



Ambiente - Esecuzione

MANUALE

**Prelievo e trattamento
preliminare dei
campioni per l'analisi
del tenore di sostanze
nocive nel suolo**



**Ufficio federale
dell'ambiente,
delle foreste e
del paesaggio
UFAFP**

MANUALE

Prelievo e trattamento preliminare dei campioni per l'analisi del tenore di sostanze nocive nel suolo

Manuale sul prelievo di campioni
di suolo (O suolo)

**A cura dell'Ufficio federale
dell'ambiente, delle foreste e
del paesaggio UFAFP
Berna, 2003**

Valenza giuridica della presente pubblicazione

La presente pubblicazione, promossa dall'UFAFP in veste di autorità di vigilanza, è uno strumento d'aiuto all'esecuzione destinato primariamente alle autorità esecutive. Nel testo viene data concretezza a concetti giuridici indeterminati, inclusi in leggi e ordinanze, nell'intento di uniformarne l'esecuzione pratica. I testi d'aiuto all'esecuzione, designati con il nome di direttive, istruzioni, raccomandazioni, manuali, aiuti pratici ecc., sono pubblicati dall'UFAFP nella serie «Ambiente-Esecuzione». Da un lato dette pubblicazioni assicurano in larga misura l'uguaglianza giuridica e la certezza del diritto; dall'altro permettono di adottare, a seconda del caso, soluzioni flessibili e adeguate. Le autorità esecutive che si attengono alle disposizioni contenute negli strumenti d'aiuto all'esecuzione possono avere la certezza di rispettare il diritto federale. Non sono escluse soluzioni alternative, purché – in ossequio alla prassi giudiziaria – ne venga dimostrata la conformità legale.

Editore

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP)

L'UFAFP è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC)

Rapporto

Geotechnisches Institut AG, Gubelstrasse 28,
8050 Zurigo,
in collaborazione con
la direzione NABO della Stazione federale di ricerche
in agroecologia e agricoltura (FAL),
8046 Zurigo-Reckenholz

Autori

Markus Hämmann, Geotechnisches Institut AG
André Desaulles, Direzione NABO, FAL

Collaborazione

Ruedi Dahinden, NABO, FAL
Konrad Studer, NABO, FAL
Reiner A. Mailänder, Geotechnisches Institut AG
Reto Schreier, Geotechnisches Institut AG

Gruppo d'esperti

Johannes Dettwiler, UFAFP
Peter Federer, Amt für Umweltschutz Canton AR
Michel Gratier, Service des eaux, sols et
assainissement Canton VD, Lausanne
Armin Keller, Institut für terrestrische Ökologie,
PF Zurigo
Jiri Presler, Babu GmbH, Zurigo
Thomas Schmid, Fachstelle Bodenschutz Canton ZH
Lorenz Walthert, Istituto federale di ricerca per
la foresta, la neve e il paesaggio (FNP), Birmensdorf

Fotografie in copertina

NABO-Gruppe, FAL, Zürich-Reckenholz

Ottenibile presso

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e
del paesaggio, Documentazione, CH-3003 Berna
Fax + 41 (0)31 324 02 16
E-mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch
Numero di ordinazione: VU-4814-I

INDICE

ABSTRACTS	7
PREFAZIONE	9
1 Introduzione	11
1.1 Osservazioni generali	11
1.2 Obiettivi	11
1.3 Campo d'applicazione	11
1.4 Contenuto, struttura e articolazione	13
2 Problemi di fondo e assicurazione della qualità	15
2.1 La variabilità e l'eterogeneità del territorio quali problemi di fondo per l'incertezza dei risultati	15
2.2 Qualità del prelievo di campioni	17
2.2.1 <i>Criteri di qualità</i>	17
2.2.2 <i>Assicurazione della qualità</i>	17
3 Basi del prelievo di campioni	19
3.1 Oggetto d'indagine e obiettivo	19
3.2 Accertamenti preliminari	19
3.2.1 <i>Obiettivi e mezzi</i>	19
3.2.2 <i>Carico di sostanze nocive: ipotesi e pericoli</i>	19
3.3 Necessità d'indagine	20
3.4 Piano di campionamento	20
3.4.1 <i>Osservazioni preliminari</i>	20
3.4.2 <i>Schema per il prelievo di campioni</i>	20
3.4.3 <i>Tipi di campioni</i>	24
3.4.4 <i>Estrazione di campioni composti</i>	25
3.4.5 <i>Profondità del prelievo di campioni</i>	27
3.4.6 <i>Quantità di campioni</i>	28
3.4.7 <i>Descrizione del sito</i>	28
4 Analisi di riferimento e a lungo termine – NABO	29
4.1 Oggetto d'indagine e obiettivo	29
4.1.1 <i>Analisi a lungo termine</i>	29
4.1.2 <i>Analisi di riferimento</i>	29
4.2 Accertamenti preliminari	29
4.3 Necessità d'indagine	29
4.4 Piano di campionamento	31
4.4.1 <i>Piano di campionamento – primo campionamento e analisi di riferimento</i>	31
4.4.2 <i>Piano di campionamento per campionamenti successivi</i>	31
4.4.3 <i>Estrazione della miscela di campioni nei campionamenti sulla superficie</i>	33

5	Delimitazione spaziale dei suoli inquinati	35
5.1	Oggetto d'indagine e obiettivo	35
5.2	Accertamenti preliminari	35
5.2.1	<i>Procedimento</i>	35
5.2.2	<i>Carico di sostanze nocive: ipotesi e pericoli</i>	36
5.3	Necessità d'indagine	36
5.4	Piano di campionamento	37
5.4.1	<i>Schema per il prelievo di campioni</i>	37
5.4.2	<i>Tipi di campioni</i>	37
5.4.3	<i>Estrazione di campioni composti</i>	37
5.4.4	<i>Profondità di prelievo</i>	37
5.4.5	<i>Descrizione del sito</i>	41
5.4.6	<i>Quantità di campioni</i>	41
6	Esecuzione del prelievo di campioni	43
6.1	Informazione delle parti interessate	43
6.2	Misure di sicurezza	43
6.3	Rilevamento delle tubazioni e autorizzazioni	43
6.4	Personale	43
6.5	Termine e sequenza	44
6.6	Quantità di campioni	44
6.7	Attrezzature per il prelievo di campioni	44
6.8	Estrazione di campioni volumetrici	46
6.9	Verbali	46
6.10	Misurazione del sito di prelievo di campioni	47
6.11	Imballaggio, etichettatura e trasporto di campioni	48
7	Trattamento preliminare e archiviazione dei campioni	49
7.1	Trattamento preliminare di campioni	49
7.2	Archiviazione di campioni	51
7.2.1	<i>Campioni d'archivio</i>	51
7.2.2	<i>Condizioni di stoccaggio</i>	51
8	Spiegazioni concernenti i verbali	52
9	Bibliografia	69
Allegati		73
Allegato 1:	Checklist "Qualità"	75
Allegato 2:	Identificazione di possibili carichi nel suolo	79
Allegato 3:	Superamento di valori indicativi dovuti alla roccia	81
Allegato 4:	Rilevamento di dati per il bilancio delle sostanze di superfici agricole	83
Allegato 5:	Verbali	86

Elenco delle illustrazioni

<i>Illustrazione 1:</i>	Oggetto del manuale	12
<i>Illustrazione 2:</i>	Articolazione del prelievo e del trattamento preliminare di campioni	14
<i>Illustrazione 3:</i>	Procedimento di campionamento e riduzione della massa	15
<i>Illustrazione 4:</i>	Elementi del piano di campionamento	21
<i>Illustrazione 5:</i>	Schema per il prelievo di campioni in analisi a lungo termine	34
<i>Illustrazione 6:</i>	Regola di due valori per la delimitazione spaziale	40
<i>Illustrazione 7:</i>	Misurazione del sito di prelievo di campioni	47

Elenco delle tabelle

<i>Tabella 1:</i>	Rimandi a metodi di estrazione e analisi	11
<i>Tabella 2:</i>	Domande per la formulazione delle ipotesi sul carico di sostanze nocive	19
<i>Tabella 3:</i>	Aspetti da considerare nel quadro della determinazione della necessità d'indagine	20
<i>Tabella 4:</i>	Schema per il prelievo di campioni per indagini su sostanze nocive nel suolo	23
<i>Tabella 5:</i>	Schema di distribuzione di campioni singoli per campionamenti sulla superficie	26
<i>Tabella 6:</i>	Criteri per la distribuzione dei siti di prelievo di campioni nelle analisi a lungo termine e di riferimento	30
<i>Tabella 7:</i>	Criteri per la scelta locale del sito nelle analisi a lungo termine e di riferimento	31
<i>Tabella 8:</i>	Supporto decisionale per il piano di campionamento dello strato superiore	32
<i>Tabella 9:</i>	Supporto decisionale per il piano di campionamento dello strato inferiore	33
<i>Tabella 10:</i>	Metodi d'analisi	36
<i>Tabella 11:</i>	Supporto decisionale per il piano di campionamento	38
<i>Tabella 12:</i>	Profondità di prelievo giusta l'O suolo (1998)	41
<i>Tabella 13:</i>	Ambiti d'impiego degli attrezzi per il prelievo di campioni e possibili problemi	45

ABSTRACTS

This manual is concerned with sampling techniques and the physical preparation of samples for use in the analysis of soil pollutants. It begins with a discussion of the basic problems connected with sampling, and considers certain aspects of quality assurance. Following a presentation of the principles underlying the sampling plan, choice of location and long-term and reference studies, detailed instructions on the performance of surveys and the preparation of samples are given. Finally, practical survey forms are presented and discussed.

Key words: sampling, preparation of samples, soils, pollutants

Das Handbuch befasst sich mit der Probenahme und physikalischen Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden. Vorangestellt sind Grundprobleme der Probenahme und Aspekte der Qualitätssicherung. Nach der Darstellung allgemeiner Grundlagen zu Probenahmeplan, räumlicher Abgrenzung sowie Langzeit- und Referenzuntersuchungen folgt eine konkrete Anleitung zur Durchführung der Probennahme und Probenvorbereitung. Für die Praxis hilfreich sind die erläuterten Protokollformulare.

Stichwörter: Probenahme, Probenvorbereitung, Böden, Schadstoffe

Ce manuel traite du prélèvement et de la préparation d'échantillons de sols en vue de l'analyse de substances polluantes dans les sols. Dans un premier temps sont abordés les problèmes de base de l'échantillonnage et certains aspects de la garantie de qualité. La présentation des principes du plan d'échantillonnage, de la délimitation spatiale ainsi que des études à long terme et de référence est suivie par des instructions concrètes concernant l'exécution des prélèvements et la préparation des échantillons. Le manuel est complété par des fiches commentées utiles pour la pratique.

Mots-clefs: prélèvement d'échantillons, préparation des échantillons, sols, substances polluantes

Il presente manuale illustra il procedimento per il prelievo ed il pretrattamento di campioni di terreno ai fini dell'analisi delle sostanze nocive presenti nei suoli. Vengono innanzitutto spiegati i problemi di fondo legati al prelievo e gli aspetti relativi all'assicurazione della qualità. La presentazione dei principi generali per il piano di campionamento, la delimitazione spaziale e le analisi a lungo termine e di riferimento sono seguite da istruzioni concrete sull'esecuzione del prelievo e sulla preparazione dei campioni. Utili dal punto di vista pratico sono infine gli schemi per la redazione dei verbali di campionamento, completi delle necessarie spiegazioni.

Parole chiave: prelievo di campioni, pretrattamento dei campioni, suoli, inquinanti

PREFAZIONE

Conoscere il tenore delle sostanze nocive presenti nel suolo è una condizione fondamentale per proteggerlo in maniera conforme al principio di proporzionalità e nondimeno efficace ai sensi della legge sulla protezione dell'ambiente. Il loro rilevamento è di massima importanza, in quanto capita spesso che renda necessaria l'adozione di costosi provvedimenti coercitivi che assicurino la fertilità del suolo e proteggano l'uomo, la flora e la fauna. È necessario che i relativi dati siano paragonabili per l'intero territorio svizzero e, per accertare eventuali cambiamenti, anche nel tempo. Occorre quindi una metodica robusta che limiti il più possibile le fonti d'errore.

Questo Manuale tratta due aspetti particolarmente importanti per l'esame del suolo, ossia il prelievo e il trattamento preliminare dei campioni estratti dal suolo. L'estrazione e l'analisi delle sostanze nocive sono descritte in parte nella stessa ordinanza contro il deterioramento del suolo (O suolo) e in altre pubblicazioni specializzate.

Il presente aiuto all'esecuzione aggiunge senza dubbio un ulteriore tassello al mosaico della protezione del suolo in Svizzera e permette di compiere un passo importante verso un'esecuzione uniforme e appropriata dei dettami di legge.

Ringraziamo tutti coloro che hanno partecipato alla pubblicazione del Manuale o che l'applicheranno ai fini della conservazione del suolo.

Stazione federale di ricerche in
agroecologia e agricoltura

Prodotto eco-controlling

Il responsabile

Michael Winzeler

Ufficio federale dell'ambiente, delle
foreste e del paesaggio

Divisione Sostanze, suolo, biotecnologia

Il capo

Georg Karlaganis

1 Introduzione

1.1 Osservazioni generali

Il presente manuale si limita a trattare il prelievo e il trattamento preliminare fisico di campioni di suolo per l'esame del tenore di sostanze nocive nel suolo. Esso sostituisce in quest'ambito la *Direttiva sul prelievo di campioni e sull'analisi delle sostanze nocive nel suolo* (BUWAL, FAC 1987) nonché i corrispondenti documenti integrativi (BUWAL e FAC 1989, Desaulles 1995). I metodi di estrazione e analisi chimica sono ora descritti in altre pubblicazioni (cfr. tab. 1). All'origine della rielaborazione v'è la revisione della *legge sulla protezione dell'ambiente* (LPamb 1983) del dicembre 1995, in virtù della quale l'ordinanza concernente le sostanze nocive nel suolo (O suolo 1986) è stata sostituita con l'*ordinanza contro il deterioramento del suolo* (O suolo 1998).

Tabella 1: Rimandi a metodi di estrazione e analisi.

Sostanze nocive	Metodo
Sostanze nocive inorganiche giusta l'O suolo	- Allegato 1 O suolo (1998) - Metodi di riferimento degli istituti di ricerche agricole (FAL et al 1995, costantemente aggiornato) - Methodenbuch für Boden-, Pflanzen- und Lysimeterwasser-Untersuchungen (Manuale per l'analisi dei suoli, delle piante e dell'acqua di percolazione lisimetrica; FAL 1998)
Sostanze nocive organiche secondo l'O suolo	- Allegato 2 O suolo (1998) - Metodi raccomandati per PAH, PCB e PCDD/F (UFAFP 2000, 2001c–d, UFAFP 2003)
Altre sostanze nocive	- Metodo riconosciuto e adatto alla fattispecie

1.2 Obiettivi

Il manuale è destinato in primo luogo alle autorità esecutive ma anche agli esperti specializzati di studi d'ingegneria e ambientali. Nel manuale vengono illustrate le basi per il prelievo e il trattamento preliminare di campioni. La pianificazione e l'esecuzione avvengono sulla scorta di raccomandazioni pratiche motivate e supporti decisionali. Il manuale intende:

- spiegare agli esecutori tutti gli aspetti e problemi che potrebbero svolgere un ruolo in sede di prelievo e di trattamento preliminare di campioni;
- contribuire a definire una procedura d'esame uniforme, e
- assicurare la qualità degli esami.

1.3 Campo d'applicazione

Il manuale tratta il prelievo e il trattamento preliminare dei campioni per l'analisi dei carichi di sostanze nocive nel suolo conformemente all'articolo 7 capoverso 4^{bis} LPamb. È considerato suolo solo lo strato superficiale di terra, in quanto mobile e adatto alla crescita delle piante (ill. 1). A norma dell'ordinanza contro il deterioramento del suolo (O suolo) si tratta delle seguenti situazioni d'indagine:

- osservazione e sorveglianza dei carichi di sostanze nocive nel suolo (art. 3 e 4 O suolo), comprese le indagini nel quadro delle reti nazionali e cantonali di osservazione del suolo (NABO, KABO);
- analisi e valutazione in caso di superamento di un valore indicativo, di guardia e di risanamento (art. 5, 8, 9 e 10 O suolo). In questi casi si tratta di carichi presenti nel suolo che minacciano la fertilità del suolo ai sensi dell'articolo 2 O Suolo, ossia la vita del suolo, le piante selvatiche e coltivate, gli animali al pascolo, i bambini che giocano e i consumatori di prodotti della terra.
- Valutazione del suolo asportato per il reimpiego (art. 7 O suolo; cfr. Istruzioni Materiale di sterro, *UFAFP 2001a*).

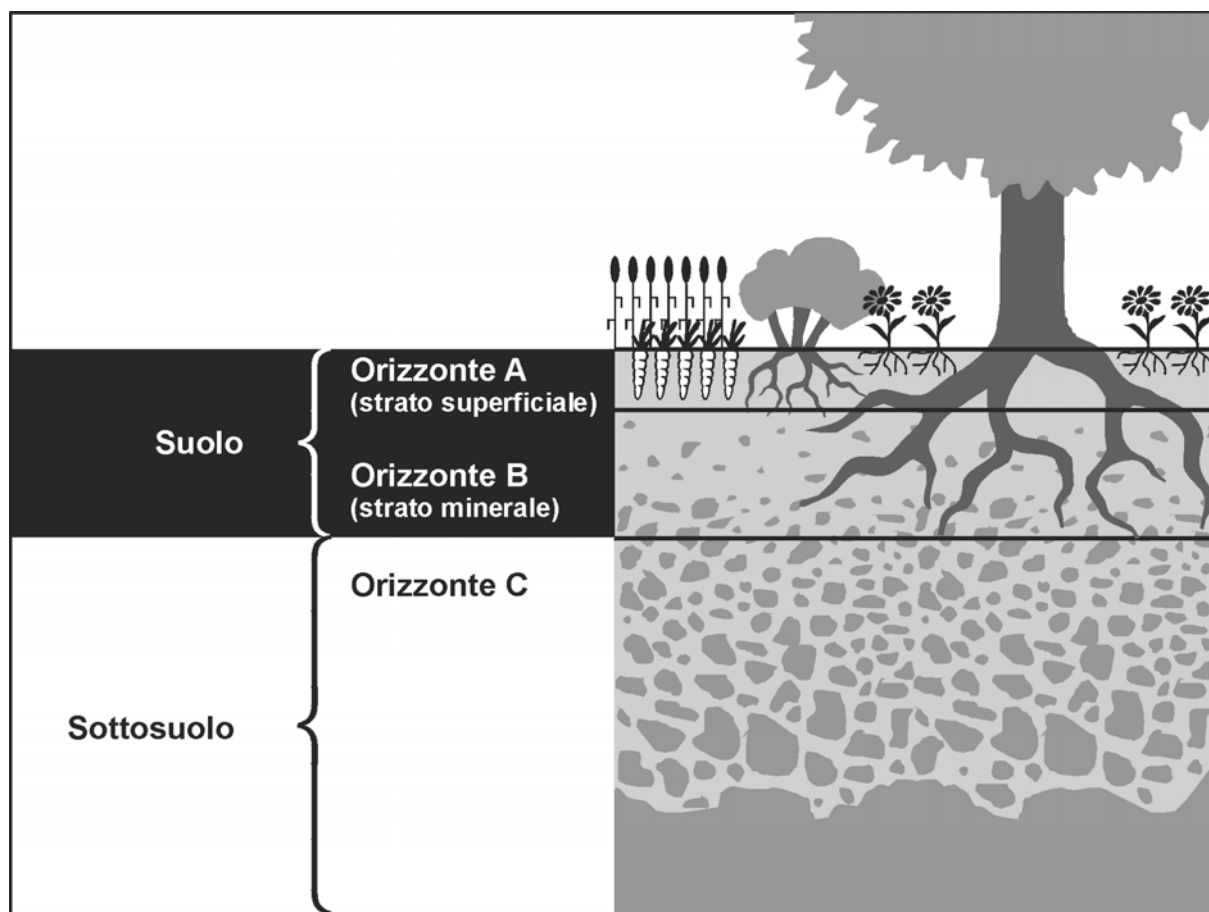


Illustrazione 1: Oggetto del manuale (parte in **nero**).

Per i siti inquinati ai sensi dell'ordinanza sui siti contaminati (Ositi) il manuale va applicato soltanto se vi sono effetti:

- sul suolo esercitati da siti inquinati, oppure
- esercitati dal suolo, in quanto sito inquinato, sull'uomo, sulla flora e la fauna.

Il manuale non si applica all'esame di altre forme di effetti dovuti a siti contaminati ai sensi dell'OSiti (per es. effetti sulle acque sotterranee e superficiali, sull'aria indoor o all'aperto). In siffatti casi, il prelievo di campioni si basa sull'aiuto all'esecuzione "*Probenahme von Feststoffen auf belasteten Standorten*" (UFAFP). Per questa differenziazione non è quindi decisiva l'ubicazione del suolo ma lo scopo della sua analisi.

1.4 Contenuto, struttura e articolazione

La direttiva sul prelievo di campioni in vigore fino ad ora (*BUWAL, FAC 1987*) è stata rielaborata sulla base del modificato diritto in materia di protezione del suolo. Le parti tuttora valide sono state mantenute e completate con le esperienze ottenute nel quadro della rete nazionale di osservazione del suolo (NABO) e di diverse reti cantonali di osservazione del suolo (KABO). Sono state prese in considerazione anche le relative norme ISO (*ISO 1995a–b; 1996a–b; 2002a–c*), direttive estere e pubblicazioni specializzate. Particolare attenzione è stata dedicata all'assicurazione della qualità nel prelievo e nel trattamento preliminare di campioni. Il manuale è strutturato come segue:

- il **capitolo 2** illustra l'articolazione e le questioni fondamentali del prelievo di campioni nonché le necessarie misure per l'assicurazione della qualità;
- il **capitolo 3** spiega le modalità di pianificazione del prelievo di campioni;
- i **capitoli 4 e 5** concretizzano la pianificazione del prelievo di campioni in situazioni d'esame tipiche, frequenti nella pratica, vale a dire per l'analisi a lungo termine e di riferimento (cfr. *cap. 4*; soprattutto in relazione all'osservazione continua, per es. NABO e alla sorveglianza continua, per es. KABO) per la delimitazione territoriale di suolo inquinato da sostanze nocive (cfr. *cap. 5*; soprattutto in relazione all'asportazione di suolo e alla stima del rischio).
- il **capitolo 6** tratta l'esecuzione pratica del prelievo di campioni sul campo, mentre il **capitolo 7** propone il trattamento preliminare e l'archiviazione dei campioni.
- *l'allegato 5* contiene i verbali per il prelievo e il trattamento preliminare dei campioni presentati nel **capitolo 8**.

L'*illustrazione 2* mostra uno schema dell'articolazione del manuale. Le singole tappe dell'esecuzione vengono spiegate nei capitoli menzionati. Le modalità di valutazione e interpretazione dei risultati sono stabilite in sede di pianificazione del prelievo di campioni.

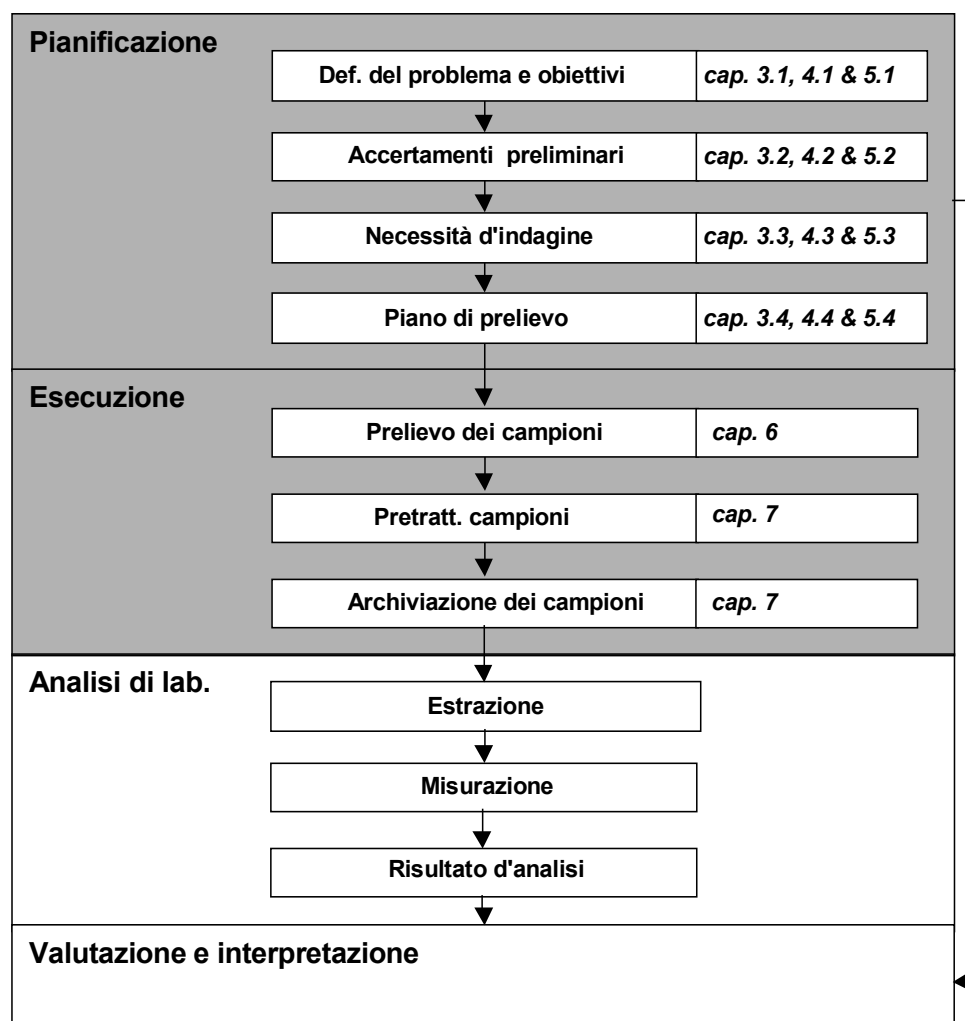


Illustrazione 2: Articolazione del prelievo e del trattamento preliminare di campioni. Il campo di validità del manuale è evidenziato in grigio.

2 Problemi di fondo e assicurazione della qualità

2.1 La variabilità e l'eterogeneità del territorio quali problemi di fondo per l'incertezza dei risultati

L'obiettivo del prelievo è rilevare e rappresentare con la maggior precisione possibile la distribuzione reale delle sostanze nocive mediante indicatori statistici (per es. valore medio, misure di dispersione) riferiti all'oggetto e all'obiettivo d'indagine. La variabilità territoriale e, quindi, l'eterogeneità degli indicatori esaminati nella zona d'indagine assume qui un ruolo centrale. A dipendenza del problema e dell'obiettivo, essa si riferisce a dimensioni diverse (eterogeneità di un campione, di un'area di prelievo o di una zona d'indagine).

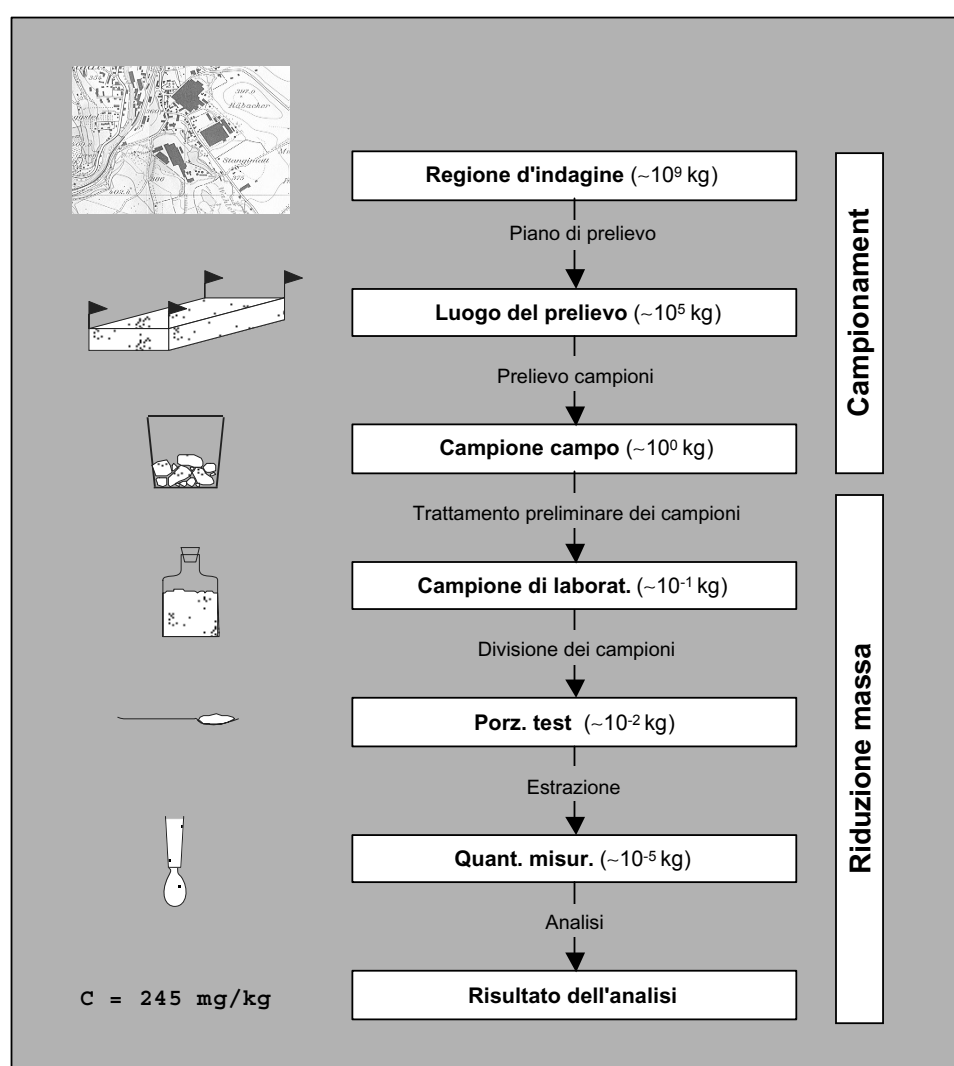


Illustrazione 3: Procedimento di campionamento e riduzione della massa.

Per una rappresentazione realistica del tenore di sostanze nocive nel suolo si applica un procedimento di campionamento e riduzione della massa che comprende le tappe indicate nell'*illustrazione 3*. Nel procedimento di campionamento, l'attenzione è rivolta a un rilevamento rappresentativo dell'eterogeneità nella zona d'indagine, nella procedura di riduzione della massa a quello dei campioni e dei subcampioni. Ciascuna tappa dell'*illustrazione 3* comporta necessariamente degli errori e, quindi, delle incertezze. Il risultato dell'analisi (valore misurato) si compone pertanto sempre come segue:

$$\boxed{\text{Risultato dell'analisi}} = \boxed{\text{Valore effettivo}} + \boxed{\text{Somma degli errori del procedimento di campionamento e riduzione della massa}} + \boxed{\text{Errori di misurazione}}$$

Gli errori nel procedimento di campionamento e di riduzione della massa possono essere quantificati soltanto per approssimazione, essendovi molteplici fonti d'errore. Inoltre, per sua natura, un errore può essere ridotto soltanto fino all'errore elementare, data l'impossibilità di ottenere campioni assolutamente rappresentativi. Pertanto il valore effettivo può essere raggiunto soltanto per approssimazione e rimane dunque un'incognita. La migliore approssimazione al valore effettivo viene raggiunta eseguendo le tappe nel procedimento di campionamento e di riduzione della massa in modo tale che ogni subcampione successivo sia il più rappresentativo possibile del campione precedente, così da ridurre l'errore al minimo. Il procedimento di campionamento e riduzione della massa è soggetto a questo proposito a due gruppi d'errore (Gy 1991), ossia errori:

- nei campioni primari, vale a dire la differenza tra il valore effettivo sconosciuto nella zona d'indagine e quello dei campioni di campo, e
- dei subcampioni, vale a dire le differenze tra il valore effettivo sconosciuto del campione di campo e quello di tutti i successivi subcampioni.

Tutti gli errori dipendono dal fatto che il procedimento di campionamento e riduzione della massa non considera adeguatamente l'eterogeneità del parametro oggetto d'esame. L'origine dell'errore dei campioni primari risiede nell'eterogeneità degli indicatori nella zona d'indagine (eterogeneità di campo). La causa d'errore dei subcampioni risiede invece nell'eterogeneità dei campioni.

In sede d'analisi di laboratorio vengono applicati sempre più concetti collaudati di garanzia della qualità e di controllo. Nel prelievo di campioni, un simile approccio è possibile solo in misura limitata, perché l'eterogeneità del campo non può essere tarata in base a una superficie del campo quasi omogenea certificata come invece avviene nell'analisi di laboratorio con il materiale di riferimento certificato. La strategia di riduzione degli errori va qui nel senso di ridurre le possibilità d'errore mediante una pianificazione accorta del prelievo di campioni (☞ *cap. 3*), l'esecuzione a regola d'arte (☞ *cap. 6*) e il trattamento preliminare dei campioni (☞ *cap. 7*). Le misure per la riduzione degli errori devono tuttavia presentare un rapporto fra costi e benefici che sia ragionevole.

La bibliografia relativa ai tentativi di quantificazione degli errori, oppure delle incertezze per l'intero procedimento di misurazione, dal prelievo e dal trattamento preliminare dei campioni fino all'analisi di laboratorio, è ancora esigua e frammentaria (per es. Desaulles e Dahinden 1994, Huesemann 1994, Thompson & Ramsey 1995, Ramsey 1997, Squire et al 2000, Wagner et al 2001). Si è constatato finora che le incertezze dei risultati possono variare molto a dipendenza della sostanza nociva, della concentrazione e della zona d'indagine. Generalizzazioni quantitative utili non sono perciò possibili all'attuale stato delle conoscenze. Con l'allestimento di bilanci d'incertezza (EURACHEM/CITAC Guide 2000) è disponibile un metodo che consente una stima quantitativa delle fonti d'incertezza e che può pertanto contribuire a una loro relativa riduzione.

Bibliografia d'approfondimento

- EURACHEM/CITAC Guide, 2000, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, Laboratory of the Government Chemist, Londra. 120 p., seconda edizione.
- Gy P.M., 1991, Sampling: The foundation-block of analysis, *Mikrochimica Acta*, 2, 457–466.
- Huesemann M.H., 1994, Guidelines for the development of effective statistical soil sampling strategies for environmental applications, *in*: Calabrese E.J. und P.T. Kostecki (ed.), *Hydrocarbon Contaminated Soils and Groundwater*, 4, Association for the Environmental Health of Soils, Massachusetts, 47–96.
- Keith L.H (ed.), 1988, *Principles of Environmental Sampling*, American Chemical Society, 458 p., Washington DC.
- Rubio R., M. Vidal, 1995, Quality assurance of sampling and sample pretreatment for trace metal determination in soils, *in*: Quevauviller P. (Ed.), *Quality Assurance in Environmental Monitoring: Sampling and Sample Pretreatment*, 7, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, 157–178.
- Thompson M., Ramsey M.H., 1995, Quality Concepts and Practices Applied to Sampling – An Exploratory Study, *Analyst* 120, 261–270.

2.2 Qualità del prelievo di campioni

2.2.1 Criteri di qualità

L'obiettivo del manuale è la pianificazione ed esecuzione a regola d'arte del prelievo e trattamento preliminare dei campioni. Il prelievo e il trattamento preliminare di campioni devono in particolare adempiere i seguenti criteri, talvolta opposti:

Significanza

- Coincidenza del piano di campionamento con la realtà d'indagine;
- grado di risoluzione spaziale e numero di campioni prelevati;
- significato degli indicatori esaminati per l'oggetto e l'obiettivo d'indagine.

Affidabilità

- Affidabilità tramite caratterizzazione e quantificazione di errori;
- validità del piano di campionamento per l'oggetto d'indagine.

Economicità

- Bilancio dell'utilità e degli oneri per un'efficiente evasione della questione.

La valutazione e la ponderazione dei singoli criteri avviene in base a conoscenze tecniche, esperienze concrete e ai requisiti posti all'oggetto e all'obiettivo dell'indagine.

2.2.2 Assicurazione della qualità

Contrariamente al lavoro di laboratorio, per la pianificazione e l'attuazione di un prelievo di campioni non è possibile formulare uno schema di lavoro e del processo standardizzato, perché le condizioni dei siti e le questioni sono troppo varie. L'ISO (*ISO 2002c*) raccomanda una garanzia della qualità secondo i principi della norma ISO 9000 (*SNV 1999*). Per conseguire una qualità sufficiente, occorre adottare misure per l'assicurazione della qualità. Obiettivo dell'assicurazione della qualità è di rendere rintracciabili e verificabili le strategie di riduzione degli errori nel prelievo e nel trattamento preliminare di campioni dalla pianificazione all'esecuzione (ISO 9000). In questo modo è possibile verificare in seguito se l'attuazione pratica è stata corrispondente ai requisiti e alle prescrizioni del manuale e se quindi presenta la

qualità richiesta. In questo modo si ottiene l'adempimento dei criteri di qualità da parte degli esecutori nello svolgimento del loro lavoro.

Lo strumento più importante dell'assicurazione della qualità è la documentazione dei lavori svolti dalla pianificazione all'analisi giusta l'*illustrazione 2*. Il piano di campionamento (*cap. 3.4*) assume in questo contesto un ruolo determinante. Per la documentazione dell'attuazione sono disponibili dei verbali (*all. 5*). Tutte le altre tappe di lavoro vengono documentate in modo informale. Altri mezzi importanti per l'assicurazione della qualità sono:

- il personale qualificato,
- un'organizzazione del lavoro e dei processi stabilita per iscritto,
- l'impiego di materiale adatto e di impianti e locali confacenti e
- l'accreditamento e la partecipazione a prove in laboratorio (lavori di laboratorio).

Per l'assicurazione della qualità è utile anche la lista di controllo della "*Qualità*" (*all. 1*). Per ogni tappa di lavoro vengono poste delle domande che consentono l'autovalutazione della qualità.

Bibliografia d'approfondimento

- Nothbaum N. et al, 1994, Probenplanung und Datenanalyse bei kontaminierten Böden, 164 p, Erich Schmidt Verlag, Berlino.
- Smith F. et al, 1988, Evaluating and presenting quality assurance sampling data, in: Keith L.H. (Ed.), Principles of Environmental Sampling, 10, American Chemical Society, 157–168.
- SNV, 1999, Entwurf SN EN ISO 9000, 1999, Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe, Associazione svizzera di normalizzazione, Zurigo.
- VEGAS, 1999a, Einführung in die Probenahme bei Fragen des Bodenschutzes (Lehrgang V für Probennehmer), Analytische Qualitätssicherung Baden-Württemberg, VEGAS Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung, Landesanstalt für Umweltschutz, Stoccarda e Karlsruhe.
- VEGAS, 1999b, Probenahme von Böden bei Altlasten (Lehrgang IV für Probennehmer), Analytische Qualitätssicherung Baden-Württemberg, VEGAS Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung, Landesanstalt für Umweltschutz, Stoccarda e Karlsruhe.

3 Basi del prelievo di campioni

3.1 Oggetto d'indagine e obiettivo

Fin dall'inizio occorre definire e documentare in modo esplicito e chiaro la problematica e l'obiettivo. Essi costituiscono la premessa di fondo per una pianificazione e un'esecuzione mirata, efficiente e tecnicamente corretta. La documentazione dell'oggetto d'indagine e degli obiettivi consente inoltre di verificare se i risultati di un'indagine possono essere utilizzati per altri scopi. Esempi di problemi e obiettivi concreti si trovano ai *capitoli 4.1 e 5.1*.

3.2 Accertamenti preliminari

3.2.1 Obiettivi e mezzi

Mediante gli accertamenti preliminari vengono raccolte le informazioni rilevanti per l'oggetto d'indagine e l'obiettivo. Fanno parte di tali accertamenti le ricerche volte alla delimitazione della zona d'indagine, la sua storia di immissione e di utilizzazione (cfr. *all. 2*), la conoscenza delle peculiarità del sito (conoscenze del luogo, fattori del sito) nonché gli accertamenti concernenti le misure di sicurezza per l'attuazione del prelievo di campioni. Gli accertamenti preliminari avvengono sotto forma di ricerche di documenti, sopralluoghi d'orientamento e interviste. Indicazioni concrete relative agli accertamenti preliminari in tipiche situazioni d'indagine si trovano ai *capitoli 4.2 e 5.2*.

3.2.2 Carico di sostanze nocive: ipotesi e pericoli

Sulla scorta della storia delle immissioni e dell'utilizzazione possono essere formulate, in base ai criteri della *tabella 2*, una o più ipotesi riguardo al carico di sostanze nocive. Tali ipotesi sono decisive per l'allestimento del piano di campionamento. A seconda del risultato occorre eventualmente verificare e adattare l'impostazione della domanda e l'obiettivo (procedimento iterativo).

Tabella 2: Domande per la formulazione delle ipotesi sul carico di sostanze nocive.

Criteri	Domande a cui occorre rispondere
Vie di immissione di sostanze nocive	- Esiste un carico secondario geogeno rilevante dal profilo dell'ubicazione? - Quali sono le sostanze nocive antropogene giunte nel suolo? - In che modo queste sostanze nocive sono giunte nel suolo? - Quanti e quali responsabili entrano in linea di conto?
Estensione orizzontale e verticale	- Qual è l'estensione verticale della superficie contaminata? - Qual è la profondità dalle sostanze nocive?
Delimitazione orizzontale e verticale	- In base alla modalità di immissione il carico di sostanze nocive presenta una netta delimitazione orizzontale e verticale, oppure il passaggio è graduale?
Caratteristiche del carico	- Dove sono giunte nel suolo le sostanze nocive? - A quali superfici parziali o livelli di profondità è più o meno giunto il carico di sostanze nocive? - Il carico è piuttosto eterogeneo o omogeneo?

Mediante l'ipotesi sul carico di sostanze nocive è possibile stimare quali pericoli potrebbero essere rilevanti. Sostanzialmente si tratta di pericoli:

- per la fertilità del suolo,
- per l'uomo, la fauna e la flora.

3.3 Necessità d'indagine

Quando gli accertamenti preliminari sono terminati e sono disponibili tutte le informazioni rilevanti, è possibile definire la necessità d'indagine in vista degli obiettivi (cfr. *tab. 3*).

Tabella 3: Aspetti da considerare nel quadro della determinazione della necessità d'indagine.

Zona d'indagine	Delimitazione dell'area d'indagine
Prelievo di campioni	- grado di risoluzione necessario (numero di punti di prelievo di campioni) - ampiezza adeguata di superfici parziali per la determinazione del tenore di sostanze nocive (ottimizzazione dell'indagine e dell'eventuale smaltimento, per es. per miscele di campioni) - precisione richiesta dei risultati (numero campioni doppi) - precisione necessarie del sito per la riproducibilità del prelievo
Indagini accessorie	- descrizione del profilo: tipo e quantità, parametri - sondaggi: tipo e quantità - parametri pedologici: numero e tipo di campioni (profondità di prelievo dei campioni) - rilevamento delle utilizzazioni
Programma d'analisi	- sostanze nocive con indicazione dei metodi d'analisi - parametri pedologici con indicazione dei metodi d'analisi
Metodo di valutazione e di interpretazione	- criteri di valutazione (per es. valori normativi O suolo) - grandezze interessanti (valori medi, massimi e minimi) - sussidi per l'interpretazione (parametri pedologici, dati sul sito) - procedimento per la valutazione (per es. valutazione qualitativa, geostatistica, test delle ipotesi)
Suddivisione in tappe	- procedimento a tappe in caso di indagini estese

3.4 Piano di campionamento

3.4.1 Osservazioni preliminari

Il procedimento viene stabilito sulla scorta del fabbisogno d'indagine nel piano di campionamento (cfr. *ill. 4*). Lo scopo è quello di stabilire anticipatamente l'esecuzione del prelievo di campioni al fine di conciliare al meglio i requisiti teorici relativi al prelievo di campioni (*cap. 2*) con l'esecuzione pratica (*cap. 6*). Il piano di campionamento è l'elemento chiave della garanzia della qualità e dev'essere pertanto redatto in forma scritta.

3.4.2 Schema per il prelievo di campioni

È detta schema o modello per il prelievo di campioni la distribuzione territoriale di uno o più punti di prelievo nella zona d'indagine stabilita. A tale proposito risultano rilevanti l'imposta-

zione del problema e l'obiettivo, la o le ipotesi sul carico di sostanze nocive e il necessario grado di risoluzione.

Lo schema di prelievo di campioni risulta adeguato quando i punti di prelievo di campioni rappresentano adeguatamente la regione d'indagine e il numero di campioni è il minimo possibile. Uno schema di prelievo di campioni non rappresentativo fornisce risultanze errate, causa interpretazioni falsate ed è una delle più gravose cause d'errore nelle indagini sulle sostanze nocive nel suolo.

Per assicurare un'esecuzione del prelievo di campioni conforme al piano, i punti di prelievo vanno riportati in precedenza in una carta in scala adatta. Se il prelievo di campioni non può essere effettuato in un sito prestabilito (per es. a causa di ostacoli nel terreno), occorre stabilire in precedenza la modalità di ricerca di un sito alternativo in modo da prevenire una scelta arbitraria e gli errori che ne derivano. La modalità di scelta di un sito alternativo si basa sull'impostazione del problema e l'obiettivo, l'ipotesi sul carico di sostanze nocive e lo schema di prelievo di campioni previsto in partenza. In caso di indagini estese si raccomanda di far capo a un albero di decisione per la determinazione di siti alternativi. La *tabella 4* mostra gli schemi di prelievo di campioni rilevanti nell'ambito del prelievo di campioni di suoli.

Piano per il prelievo di campioni	Schema per il prelievo	Cap. 3.4.2
	Tipi di campioni	Cap. 3.4.3
	Estrazione di campioni misti	Cap. 3.4.4
	Profondità di prelievo	Cap. 3.4.5
	Quantità dei campioni	Cap. 3.4.6
	Descrizione del sito	Cap. 3.4.7

Illustrazione 4: Elementi del piano di campionamento.

In merito agli schemi di base di una distribuzione (cfr. tab. 4):

- *Distribuzione casuale*

La distribuzione casuale è l'unico metodo oggettivo, ma richiede una grande quantità di campioni. Essa assicura che ogni punto viene campionato con la stessa probabilità. In questo modo errori sistematici possono essere praticamente esclusi. Il prelievo casuale, non pianificato, non fornisce una pura distribuzione casuale, poiché il procedimento casuale rende necessario escludere ogni possibile influenza (per es. l'apporto di conoscenze tecniche). Anche i fattori come il rilievo, la vegetazione o altri ostacoli non dovrebbero influenzare la distribuzione, il che in pratica non è evitabile. In questi casi occorre ricorrere a siti alternativi. L'attuazione pratica è assai onerosa (misurazione, accessibilità, riproducibilità). Un altro svantaggio è rappresentato dalla distribuzione non proporzionale dei campioni nell'area.

- *Distribuzione sistematica*

La distribuzione sistematica si basa su un piano reticolare geometrico. Di regola viene impiegata la griglia quadrata. Con la griglia triangolare le superfici parziali non campionate con la stessa quantità di punti di reticolo sono più piccole, ma la misurazione è più complessa. In considerazione del fatto che la scelta della griglia adatta si basa su competenze tecniche, non sono esclusi errori sistematici. Il numero di campioni occorrenti è, a pari grado di risoluzione, minore che nella distribuzione casuale. Un vantaggio è costituito dalla proporzionalità rispetto all'area.

- *Distribuzione mirata*

Nel caso della distribuzione mirata, lo schema di prelievo di campioni è determinato dall'ipotesi sul carico di sostanze nocive nel suolo. La distribuzione dei punti di prelievo di campioni avviene in base a conoscenze professionali e considerazioni di plausibilità. I prelievi di campioni mirati sono i più soggetti a errori sistematici perché potrebbero sussistere anche altri fattori di immissione ignoti. La distribuzione mirata necessita, nel paragone, del minor numero di campioni. Il potenziale d'errore in base a un'ipotesi errata o incompleta è molto elevato. Occorrono pertanto accurati e approfonditi accertamenti preliminari (☞ *cap. 3.2*).

Tra i tre tipi di base *casuale*, *sistematica* e *mirata* sussiste, in relazione al numero di campioni necessario e al potenziale d'errore, un nesso generale. La distribuzione casuale richiede nel paragone il maggior numero di campioni e dà l'errore più basso. La distribuzione mirata richiede nel paragone pochi campioni, ma il potenziale d'errore in virtù di un'ipotesi errata è il maggiore. La distribuzione sistematica si colloca tra le altre due (*Keith 1990*).

In merito all'utilizzazione degli schemi di distribuzione in superfici parziali (cfr. *tab. 4*):

- *Distribuzione stratificata*

L'area d'indagine viene suddivisa o stratificata in modo mirato in superfici parziali (strati) più omogenee che presentano quantità di campioni proporzionali all'area. Per ogni superficie proporzionale viene scelto un modello di prelievo di campioni casuale, sistematico o mirato.

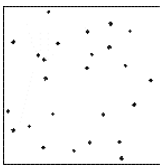
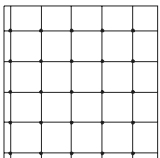
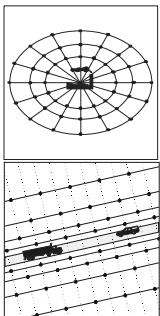
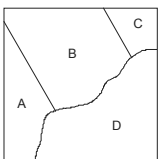
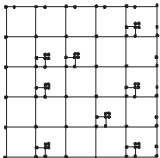
- *Distribuzione annidata o intercalata*

Con questo metodo le aree di prelievo di campioni vengono intercalate, ossia distribuite sull'intera zona di indagine e a tratti densificate. Ciò consente di esprimere un giudizio sull'eterogeneità di diversi criteri (☞ *cap. 2.2*). La distribuzione annidata è particolarmente indicata per la stima di grandezze di misurazione (interpolazione) in siti non campionati mediante metodi geostatistici (*BUWAL 1994*).

Bibliografia d'approfondimento

- BUWAL, 1994, Regional soil contamination surveying – A: technical note, B: case study, Environmental Documentation nr. 25 – Soil, 70 p., Berna.
- Dalton R. et al, 1975, Sampling techniques in geography, 95 p., Georg Philip and Son Ltd, Londra.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M., 1989, An introduction to applied geostatistics, 561 p., Oxford University Press.
- ISO, 1995a, Soil quality – Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes (ISO/DIS 10381-1), 44 p., Deutsches Institut für Normung e.V., Berlino.
- Keith L.H., 1990, Environmental sampling: a summary, *Envir.Sci.Tech.* 24, 610–617.
- Webster R., Oliver M., 2001, Geostatistics for Environmental Scientists, 271 p., John Wiley & Sons, New York.
- Woede G., 1999, Probenahmeraster für Bodenuntersuchungen, *Bodenschutz*, 4, 147–151.

Tabella 4: Schema per il prelievo di campioni per indagini su sostanze nocive nel suolo.

Distribuzione	Esecuzione	Vantaggi	Svantaggi
Casuale 	Distribuzione dei punti di prelievo dei campioni con l'ausilio di numeri casuali escludendo ogni competenza tecnica.	- unico metodo oggettivo - ogni punto ha la stessa probabilità di essere campionato - riduzione dell'errore sistematico.	- occorre un elevato numero di campioni - esecuzione onerosa - non proporzionale rispetto alla superficie
Sistematica 	Distribuzione dei punti di prelievo dei campioni su un reticolo geometrico: - griglia quadrata - griglia rettangolare - griglia triangolare.	- metodo poco oneroso - minore numero di campioni - migliore copertura mediante griglia triangolare - distribuzione uniforme dei punti di prelievo - proporzionale alla superficie	- una grandezza del reticolo inadatta può comportare errori sistematici - la griglia triangolare è onerosa
Mirata 	Distribuzione dei punti di prelievo in base a conoscenze tecniche e considerazioni di plausibilità (ipotesi sul carico di sostanze nocive): - fonti puntuali: schema polare - fonti lineari: schema lineare - altre fonti a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive - densificazione dei punti di prelievo presso sorgenti.	- Il numero più ridotto di campioni - considerazione dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive	- maggiore rischio di errori sistematici in caso di ipotesi sul carico di sostanze nocive errata - richiede accertamenti preliminari onerosi
Stratificata 	Suddivisione mirata in aree parziali più omogenee, distribuzione proporzionale rispetto alla superficie dei punti di prelievo all'interno delle superfici parziali (casuale, sistematica o mirata).	Considerazione dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive.	- soggetta a errori sistematici in caso di ipotesi sul carico di sostanze nocive errata - necessità di conoscenze precedenti
Annidata o intercalata 	Distribuzione sistematica dei punti di prelievo con densificazione locale secondo uno schema predeterminato (casuale o sistematica).	- l'eterogeneità è rilevata a vari livelli territoriali - adatta per analisi geostatistiche (con elevato n. di campioni)	- occorre un elevato numero di campioni - esecuzione onerosa

Fonti: Borgman e Quimby (1988), Dalton et al (1975), Harvey (1973), ISO (1995a), Keith (1990), Lepretre e Martin (1994), Nothbaum et al (1994), Rubio e Vidal (1995), Woede (1999).

3.4.3 Tipi di campioni

Campioni singoli

I campioni singoli sono costituiti da un unico carotaggio. Si distingue tra campioni indisturbati e campioni disturbati. Nei campioni indisturbati la struttura naturale del suolo resta in ampia misura conservata. Questi campioni servono a determinare specifici parametri fisici del suolo come la densità apparente, la conducibilità idraulica e il volume dei pori.

Nei campioni disturbati la struttura del suolo è distrutta. Essi servono all'analisi di proprietà chimiche come il valore pH e il tenore di sostanze nutritive e nocive. I campioni singoli rappresentano unicamente il punto di carotaggio. In virtù dell'eterogeneità del suolo in genere non sono rappresentativi (☞ *cap. 2.2*).

Miscele di campioni

Per ottenere da un'unità territoriale un campione rappresentativo, diversi campioni singoli vengono uniti a formare una miscela di campioni (disturbata). Si parte dal presupposto che il tenore di sostanze nocive di una miscela di campioni corrisponda all'incirca al valore medio del tenore di sostanze nocive dell'unità territoriale campionata. Con ciò l'eterogeneità viene compensata in ampia misura fin dal prelievo del campione (*Aichberger et al 1985, Federer et al 1989*). A questo proposito sono decisivi la grandezza e l'eterogeneità del parametro esaminato dell'unità territoriale nonché la quantità e la distribuzione dei singoli campioni (☞ *cap. 3.4.3*).

Nella pratica, si distingue tra campionamento dello strato superiore e dello strato inferiore del suolo. Ai sensi del presente manuale, lo strato superiore è lo strato superiore unico (di regola 0–20 cm; in termini pedologici l'orizzonte A). Per strato inferiore del suolo s'intende l'area radicale sottostante allo strato superiore (in termini pedologici, orizzonte B).

Per i fini del manuale vengono definiti i seguenti tipi di campioni:

- **Campioni superficiali e assiali**

I campioni superficiali sono campioni composti dello strato superiore del suolo, ottenuti mediante una determinata distribuzione di un numero di campioni singoli su un'area di prelievo di campioni (☞ *cap. 3.4.2*). I campioni assiali (o lineari) sono campioni composti dello strato superiore ottenuti su una linea di prelievo.

- **Carotaggi e campioni di profilo**

I carotaggi sono campioni composti dello strato inferiore del suolo ottenuti dalla superficie mediante carotaggio (campioni singoli). A seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive, i campioni possono essere ottenuti da un'area di prelievo di campioni o lungo una linea di prelievo di campioni. I campioni di profilo sono campioni composti dello strato inferiore del suolo estratti da una parete di profilo.

- **Campioni volumetrici**

I campioni volumetrici sono campioni singoli o composti a volume noto. Essi servono alla determinazione della densità apparente (peso specifico apparente). Possono essere indisturbati o disturbati e vengono estratti con appositi strumenti di prelievo di campioni (☞ *cap. 6.7 e 6.8*).

I campioni volumetrici sono necessari laddove il suolo presenta oltre il 15 % di humus, poiché in tal caso fanno stato i valori indicativi, di guardia e di risanamento dell'O suolo in

riferimento al volume (mg/dm^3 , cfr. Allegati 1 e 2 O suolo). I campioni volumetrici vengono estratti di regola in aggiunta ai campioni di superficie, ai carotaggi e ai campioni di profilo e servono alla conversione dei risultati delle analisi dalla relazione di peso a quella di volume (☞ *cap. 7.1*). Per un risultato rappresentativo occorre prelevare almeno tre campioni volumetrici.

3.4.4 Estrazione di campioni composti

La dimensione adatta dell'area per campioni composti viene definita in sede di determinazione della necessità di indagine (☞ *cap. 3.3*). Per l'ottenimento di una miscela di campioni occorre stabilire la quantità e la distribuzione dei campioni singoli all'interno di tale area. È decisiva l'eterogeneità del parametro da esaminare in relazione alla grandezza dell'unità territoriale. Fa stato il seguente principio:

- maggiore è il numero di campioni, più robusti sono i risultati, ossia migliore è la riproducibilità;
- maggiore è l'eterogeneità del parametro da esaminare, più occorre una distribuzione proporzionale alla superficie dei singoli campioni;
- l'eterogeneità di un parametro nel suolo può essere rilevata solo fino a un certo grado mediante l'aumento del numero di campioni singoli (*Aichberger et al 1985*). Per questa ragione l'unità territoriale da cui viene estratta una miscela di campioni dovrebbe essere possibilmente omogenea rispetto al parametro da esaminare.

Il procedimento per l'estrazione di una miscela di campioni non può essere indicato per ogni singolo caso ma dev'essere determinato sulla scorta di considerazioni di plausibilità in relazione all'ipotesi sul carico di sostanze nocive (☞ *cap. 3.2.2*).

Estrazione di campioni superficiali

I campioni composti vengono estratti laddove, in base all'ipotesi sul carico delle sostanze nocive, non si prevede un importante gradiente orizzontale del tenore di sostanze nocive (per es. sulla superficie agricola). La *tabella 5* mostra tre distribuzioni tipiche per l'estrazione di un campione sulla superficie. Per un'area di prelievo di campioni di 100 m^2 sono risultati sufficienti 16–25 campioni singoli per un campione composto (*Federer et al 1989*). Dove devono essere campionate grandi superfici s'impone una stratificazione se sono possibili carichi diversi (☞ *cap. 3.4.2*).

Estrazione di campioni assiali

I campioni assiali vengono estratti laddove, in base all'ipotesi sul carico di sostanze nocive, (☞ *cap. 3.2.2*) si prevede un importante gradiente del tenore di sostanze nocive (per es. lungo il bordo di una strada). Viene collocata una linea per il prelievo di campioni perpendicolare al gradiente previsto. Su questa vengono distribuiti i singoli campioni per tutta la lunghezza della linea a distanze sistematiche. La lunghezza e la forma della linea dipendono dall'ipotesi summenzionata.

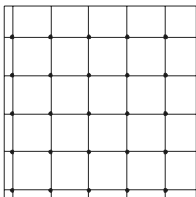
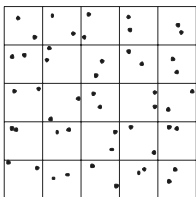
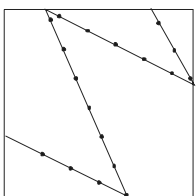
Estrazione di campioni di profilo

I campioni di profilo vengono ottenuti da più campioni singoli distribuiti lungo tutta la larghezza della parete del profilo e l'intero livello di profondità interessante. La parete di profilo dovrebbe presentare una larghezza di 1 m, per compensare almeno in parte un'eventuale eterogeneità del parametro da esaminare.

Estrazione di carotaggi

Da più trivellazioni vengono prelevati dal livello di profondità desiderato le carote (campioni singoli) e unite a formare una miscela di campioni. La distribuzione dei carotaggi avviene su una superficie o una linea di prelievo di campioni applicando gli stessi criteri come per l'estrazione di campioni superficiali o assiali. I carotaggi vengono eseguiti a mano o a macchina (per es. sondaggio con tubo carotiere).

Tabella 5: Schema di distribuzione di campioni singoli per campionamenti sulla superficie.

Distribuzione	Esecuzione	Vantaggi	Svantaggi
Sistematica 	distribuzione sistematica di un numero fisso di campioni singoli sulla superficie di campionamento (di solito griglia a quadrati)	- campionamento uniforme della superficie	- onere relativamente elevato - non è sempre possibile il prelievo del singolo campione ai punti del reticolo
Stratificata ad hoc 	stratificazione dell'area di campionamento (di regola 10 m x 10 m) in superfici parziali (di regola 16–25), distribuzione ad hoc di un numero fisso di campioni singoli in ciascuna area parziale (di regola 1–2)	- campionamento uniforme dell'intera superficie - onere ridotto	- la scelta soggettiva dei sondaggi ad hoc può essere causa di errori sistematici
Diagonale 	distribuzione sistematica dei sondaggi su una o più diagonali scelte in modo mirato attraverso la superficie di prelievo dei campioni (schema I, X, W)	- considerazione di un inquinamento a strisce - onere molto ridotto	- campionamento non uniforme della superficie - in caso di inquinamento molto eterogeneo può causare errori sistematici - i tracciati a I e X sono sensibili alla direzione

Nell'impiego di trivellazioni sussiste un considerevole rischio di compressione e trascinamento che rende più difficile l'attribuzione della profondità nella carota e può causare una contaminazione del campione con altri strati del suolo (*Schulz et al 1996*). Tuttavia, le trivellazioni permettono, a differenza del campione di profilo, di campionare lo strato inferiore del suolo di un'ampia superficie e, a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive, compensare così meglio la variabilità del territorio (onere e intervento minori).

Bibliografia d'approfondimento

- Garner F.C. et al, 1988, Composite sampling for environmental monitoring, *in*: Keith L.H. (Ed.), Principles of Environmental Sampling, 25, American Chemical Society, 363–374.
 Rohlf F.J. et al, 1996, Optimizing composite sampling protocols, *Envir.Sci.Tech.*, 30, 2899–2905.

3.4.5 Profondità del prelievo di campioni

Definizione della profondità di prelievo di campioni

La definizione della profondità di prelievo di campioni dipende dall'impostazione del problema. Le indagini ai sensi dell'O suolo sono riferite alle immissioni e servono alla valutazione del rischio. Come punto zero della misurazione di profondità si considera pertanto la superficie del terreno inclusa la copertura di humus sulla superficie. Per le questioni pedologiche, andrebbe invece scelto quale punto zero della misurazione in profondità la superficie del suolo minerale.

Campionamento dello strato superiore del suolo

Per le indagini relative alle sostanze nocive per l'esecuzione dell'O suolo le profondità di prelievo sono prescritte dall'ordinanza (cfr. *tab. 12*). L'O suolo ammette deroghe in casi motivati. Ciò è il caso quando la profondità di prelievo prescritta non consente la formulazione di giudizi pertinenti (*☞ cap. 5.4.4*).

L'inclusione della copertura di humus sulla superficie nel prelievo di campioni può influenzare il risultato dell'analisi perché – soprattutto nei suoli forestali – il gradiente di sostanze nocive nel settore di transizione dallo strato umico di copertura all'orizzonte minerale è molto elevato (*Anghern-Bettinazzi 1989*). Spesso, tuttavia, la copertura di humus sulla superficie non può essere separata in modo riproducibile dal suolo minerale (*Federer 1982*). Per questa ragione il prelievo di campioni nelle indagini di routine secondo l'O suolo avviene senza separazione dello strato umico di copertura e del suolo minerale. Nel sondaggio con un carotatore semitubolare e nel trattamento preliminare dei campioni il materiale organico grossolano va perduto (frantumazione, *☞ cap. 7.1*). L'esperienza insegna che i risultati delle analisi sono ben riproducibili nello stesso laboratorio (*BUWAL 1993, Desaulles e Dahinden 1994*) e adatti anche per analisi a lungo termine e di riferimento (*☞ cap. 4*).

Per indagini pedologiche in cui è rilevante il tenore di sostanze nocive dello strato umico (specialmente stazioni forestali), la copertura di humus sulla superficie senza lettiera può essere campionata per intero o separata secondo orizzonti organici al profilo del suolo. I risultati possono essere riprodotti meno bene, dal punto di vista pedologico, tuttavia, si tratta di un procedimento vantaggioso.

La modalità di campionamento dev'essere protocollata (rintracciabilità).

Campionamento dello strato inferiore del suolo

Il campionamento dello strato inferiore del suolo avviene sul profilo del suolo o tramite carotaggi secondo orizzonti pedologici o livelli di profondità fissi. Lo spessore dello strato di suolo campionato non dev'essere inferiore a 5 cm (riproducibilità) e non superiore a 40 cm (rappresentatività). Il campionamento secondo orizzonti o livelli di profondità e la profondità massima di prelievo di campioni vengono stabiliti caso per caso sulla scorta dell'oggetto e dell'obiettivo d'indagine (*☞ cap. 3.1*) nonché dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive (*☞ cap. 3.2.2*).

Per problematiche di natura pedologica (per es. dislocazione in profondità di sostanze nocive) è, di regola, vantaggioso un campionamento a orizzonti. Per la determinazione della profondità in cui è superato un valore normativo è da preferire, a dipendenza dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive, un campionamento secondo livelli di profondità fissi (per es. in caso di immissione diretta) o secondo orizzonti (per es. in caso di dislocazioni geochimiche). Se lo

spessore dei livelli di profondità fissi non è insufficiente, è possibile procedere al campionamento in modalità combinata secondo orizzonti e livelli di profondità fissi.

3.4.6 Quantità di campioni

La quantità del campione dev'essere stabilita in precedenza per ciascun campione per preparare il prelievo (*cap. 6*). La quantità del campione dev'essere sufficiente per formulare un giudizio rappresentativo sul tenore di sostanze di un settore. Oltre a ciò, essa dipende dalle quantità di pesatura necessarie per le analisi di laboratorio, dal numero previsto di ripetizioni nonché dal numero di campioni di riserva e d'archivio. Va inoltre tenuto presente che nel trattamento preliminare dei campioni (*cap. 7.1*) una parte del campione va perduta. In particolare occorre considerare che il materiale grossolano (parte >2 mm) nel trattamento preliminare dei campioni viene setacciato e non contribuisce quindi più all'analisi. Le basi teoriche concernenti la quantità minima del campione necessaria sono contenute nella "*Wegleitung Probenahme von Feststoffen auf belasteten Standorten*" (BUWAL).

Campioni di riserva

I campioni di riserva sono campioni depositati per un breve periodo (da giorni a mesi) che, a seconda dei risultati ottenuti, devono essere analizzati come ripetizione ai fini della prova di plausibilità. Essi vengono conservati finché il risultato dell'analisi è accertato con sicurezza.

Campioni d'archivio

I campioni d'archivio sono campioni depositati a lungo termine (decenni) affinché possano essere analizzati per valutazioni e confronti successivi o come prove.

Bibliografia d'approfondimento

Bunge R., Bunge K., 1999, Probenahme auf Altlasten: Minimal notwendige Probenmasse, Altlasten Spektrum, 3, 174–179.

3.4.7 Descrizione del sito

La descrizione del sito serve a rilevare informazioni necessarie per l'analisi e l'interpretazione. Una parte risulta già nel quadro degli accertamenti preliminari (*cap. 3.2*), le informazioni rimanenti vengono raccolte durante il prelievo di campioni. Queste vanno inserite nel piano di campionamento. Sono rilevanti tra l'altro le seguenti informazioni:

- condizioni di proprietà;
- schizzo della situazione;
- clima e immissioni nell'aria;
- rilievo;
- utilizzazione e vegetazione;
- geologia e idrologia;
- caratterizzazione del suolo (caratterizzazione pedologica del profilo, criteri cfr. *all. 5–3: Verbale aggiuntivo "profilo del suolo"*).

Oltre ai dati sul prelievo di campioni, i verbali (*all. 5*) contengono anche elementi della descrizione del sito. Le spiegazioni relative ai verbali (*cap. 8*) offrono un aiuto nella determinazione dell'ampiezza e del grado di dettaglio della descrizione del sito. A questo proposito, occorre rilevare la quantità minima di dati di volta in volta contrassegnata, la quale svolge un ruolo importante per tutte le indagini.

4 Analisi di riferimento e a lungo termine – NABO

4.1 Oggetto d'indagine e obiettivo

4.1.1 Analisi a lungo termine

Nelle analisi a lungo termine, come per esempio nel caso della rete di osservazione permanente NABO, è preminente l'osservazione e la valutazione della modificazione cronologica del tenore di sostanze nocive. L'indagine a lungo termine consta di un primo campionamento e di campionamenti successivi. Secondo l'O suolo si distingue tra osservazione permanente (NABO; art. 3 cpv. 1 O suolo) e sorveglianza permanente (KABO; art. 4 cpv. 1 O suolo).

4.1.2 Analisi di riferimento

Le analisi di riferimento servono al confronto delle localizzazioni e sono generalmente uniche. Vanno accuratamente documentate e devono quindi soddisfare i requisiti di un'indagine a lungo termine.

4.2 Accertamenti preliminari

Nelle analisi a lungo termine non è più possibile spostare un sito di prelievo dopo il primo campionamento. Pertanto, è necessario stabilirlo sulla scorta di ricognizioni preliminari fondate (*cap. 3.2*). Prioritariamente si tratta di raccogliere informazioni per la distribuzione dei punti di prelievo di campioni nell'area d'indagine. La distribuzione avviene in due fasi:

- a. *Distribuzione regionale*: i siti di prelievo di campioni vengono distribuiti nell'area d'indagine in corrispondenza all'oggetto e all'obiettivo d'indagine senza stabilire la posizione esatta. A tal fine servono i criteri della *tabella 6*.
- b. *Scelta locale dei siti*: ciascun sito di campionamento viene stabilito con precisione con l'aiuto dei criteri della *tabella 7* e in base a sopralluoghi.

4.3 Necessità d'indagine

Nel caso di analisi a lungo termine si distingue tra

- necessità d'indagine per il primo campionamento e
- necessità d'indagine per i campionamenti successivi.

La necessità d'indagine è stabilita in base al concreto oggetto d'indagine e agli obiettivi (*cap. 3.3, tab. 3*). Occorre dedicare particolare attenzione alla necessaria precisione nella determinazione del sito per la riproducibilità del prelievo (*cap. 6.10*) e alla quantità del campione (*cap. 3.4.6*). Nelle analisi a lungo termine i campioni d'archivio servono

- all'analisi di parametri non esaminati in un momento successivo e
- all'esame comparato per la quantificazione dell'influenza dell'analitica (compreso il trattamento preliminare di campioni).

Tabella 6: Criteri per la distribuzione dei siti di prelievo di campioni nelle analisi a lungo termine e di riferimento.

Criterio	Motivazione	Fonti
Distribuzione geografica	distribuzione rappresentativa, ossia rilevante per il problema, nella regione d'indagine	carte topografiche nazionali 1:25 000, 1:50 000
Utilizzazioni	considerazione delle diverse utilizzazioni e intensità di utilizzazione: - agricoltura - foresta - superfici libere naturali - zone d'insediamento	- carte nazionali - fotografie aeree - carte di idoneità del suolo - prova che le esigenze ecologiche sono rispettate ai sensi dell'ordinanza concernente i pagamenti diretti
Suolo, geologia, idrologia	- considerazione dei tipi di suolo e delle proprietà del suolo caratteristici della regione - rocce madri - condizioni idrologiche	- carte di idoneità del suolo - carte dei suoli - banche dati pedologiche - atlante geologico 1:25 000 - carta geotecnica 1:200 000 - programma nazionale per lo studio analitico continuo dei costi d'acqua svizzeri (NADUF) - rete nazionale d'osservazione della qualità delle acque sotterranee (NAQUA)
Clima e igiene dell'aria	considerazione di diverse condizioni climatiche e concernenti l'igiene dell'aria	- esami dell'igiene dell'aria e reti di misurazione - biomonitoraggio (muschio, licheni ecc.) - dati climatici
Tenori di sostanze nocive	- identificazione delle vie d'immissione di inquinanti - formulazione di ipotesi sul carico di sostanze nocive - considerazione di diversi livelli di carico	- indagini (Cantoni, scuole universitarie, istituti di ricerca, organizzazioni non governative) - superamento geogeno dei valori indicativi (<i>cf all. 3</i>) - catasto dei siti inquinati, fonti di emissione potenziali inquinanti (<i>cf all. 2</i>)
Coordinamento	coordinamento con siti di altre reti di misurazione	- rete nazionale d'osservazione degli inquinanti atmosferici (NABEL) - rete di stazioni dell'Istituto meteorologico svizzero (ANETZ) - reti cantonali di misurazione dell'igiene dell'aria

In questo contesto vanno pianificati e definiti anche gli intervalli cronologici tra il primo campionamento e i prelievi successivi (*cf cap. 7.2*) nonché la gestione dei dati. Occorre anche stabilire la necessità d'indagine, ossia i dati da rilevare, se sono previste analisi del flusso delle sostanze (per superfici agricole: *cf all. 4*).

Tabella 7: Criteri per la scelta locale del sito nelle analisi a lungo termine e di riferimento.

Criterio	Motivazione	Fonti
Suolo	- conformazione rappresentativa e possibilmente omogenea del suolo - conformazione naturale del suolo (spec. per analisi a lungo termine)	carte del suolo
Rilievo	influsso dell'erosione (posizioni di accumulo e perdita)	- carte topografiche - carte del suolo (ripartizione secondo la classificazione del suolo svizzero)
Persistenza	assicurazione di futuri campionamenti	interviste
Rintracciabilità	campionamento successivo nella stessa area	- registro fondiario - interviste - punti fissi (misurazione)
Proprietario/gestore	- contatto - informazione - accertamenti relativi all'accessibilità e alla disponibilità a tollerare indagini	- registro fondiario - interviste
Utilizzazione	influenza sui flussi delle sostanze dell'area di campionamento	interviste

4.4 Piano di campionamento

4.4.1 Piano di campionamento – primo campionamento e analisi di riferimento

Per la formulazione del piano di campionamento (*cap. 3.4*) le *tabelle 8 e 9* offrono un supporto decisionale per il campionamento dello strato superiore e dello strato inferiore del suolo. Nelle analisi a lungo termine occorre provvedere affinché la standardizzazione del procedimento ai fini di una migliore ripetitività e comparabilità non contenga errori sistematici.

4.4.2 Piano di campionamento per campionamenti successivi

Il piano di campionamento per analisi successive viene stabilito in funzione della necessità d'indagine. Ai fini della comparabilità, il campionamento viene eseguito allo stesso modo come per la prima analisi. Di regola non si effettua più alcuna descrizione del suolo, salvo per es. nell'osservazione della migrazione in profondità di sostanze inquinanti. In questo caso il profilo del suolo dev'essere scavato in un altro posto, oppure si possono prelevare carote sia per la prima analisi sia per le analisi successive.

Tabella 8: Supporto decisionale per il piano di campionamento dello strato superiore.

Elemento del piano di campionamento (☞ cap. 3.4)	Osservazione permanente, analisi di riferimento	Sorveglianza permanente
Schema per il prelievo di campioni	Distribuzione dei siti di prelievo nel quadro degli accertamenti preliminari (☞ cap. 4.2): 1. distribuzione regionale (specialmente per l'osservazione permanente) 2. scelta locale del sito	
Tipi di campioni	3–4 campioni superficiali	3–4 campioni superficiali o assiali, a dipendenza dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive
Estrazione della miscela di campioni	campioni superficiali: distribuzione stratificata ad hoc dei singoli campioni (☞ cap. 4.4.3, ill. 5)	- campioni superficiali: distribuzione stratificata ad hoc dei singoli campioni - campione assiale: distribuzione sistematica sulla linea (intervalli regolari; ☞ cap. 3.4.4)
Profondità del prelievo di campioni	- suoli lavorati: 0–20 cm - suoli non lavorati: 0–20, se occorre anche 0–5 cm o 0–10 cm - foresta: copertura di humus (senza lettiera) e 0–20 cm, se occorre, anche 0–5 o 0–10 cm	a seconda dell'oggetto e dell'obiettivo d'indagine, almeno 0–5 cm (riproducibilità)
Quantità di campioni	da stabilire in funzione della necessità d'indagine (☞ cap. 3.3 e 4.3)	
Descrizione del sito	da stabilire in funzione della necessità d'indagine (☞ cap. 3.3 e 4.3). mezzi ausiliari: verbali e spiegazioni (☞ cap. 8 e all. 5)	come per l'osservazione permanente, inoltre rilevamenti per la sorveglianza dell'utilizzazione

Nel campionamento successivo occorre inoltre considerare:

- la verifica del piano di campionamento sulla scorta dei risultati della prima analisi;
- il controllo della designazione della posizione: verifica dei punti di orientamento e dei punti fissi, eventualmente sostituzione (☞ cap. 6.10);
- l'osservazione di cambiamenti: utilizzazione, gestione, terreno, altre modifiche rilevanti;
- raccolta di dati per il rilevamento del flusso delle sostanze.

Quale ulteriore mezzo ausiliario per il piano di campionamento è utile il verbale aggiuntivo "*Campionamento successivo*" con le relative spiegazioni (☞ cap. 8 e all. 5).

Tabella 9: Supporto decisionale per il piano di campionamento dello strato inferiore.

Elemento del piano di campionamento (☞ cap. 3.4)	Osservazione permanente, analisi di riferimento	Sorveglianza permanente
Schema del prelievo di campioni	L'analisi dello strato inferiore del suolo viene di regola effettuata sul profilo del suolo, che dovrebbe distare 1–2 m dai punti di prelievo.	
Tipi di campioni	- min. 1 campione di profilo per orizzonte del suolo esaminato - 3–5 campioni volumetrici per orizzonte per stabilire il peso specifico apparente (☞ cap. 3.4.3) - tipi di campioni supplementari in base alle necessità d'indagine (per es. per analisi della fisica del suolo)	- min. 1 campione di profilo per orizzonte di suolo/livello di profondità analizzato - tipi di campioni supplementari in base alle necessità d'indagine (per es. per analisi della fisica del suolo)
Estrazione della miscela di campioni	☞ capitolo 3.4.4	
Profondità del prelievo di campioni	campionamento di orizzonti del suolo (unità biogeochimiche)	campionamento di orizzonti del suolo o campionamento sistematico in livelli del suolo fissi (per es. nella sorveglianza della dislocazione in profondità) a dell'oggetto e dell'obiettivo d'indagine
Quantità di campioni	da stabilire in base alla necessità d'indagine (☞ cap. 3.4.6 e 4.3)	
Descrizione del sito	esecuzione di una descrizione del suolo, determinazione dei dati da rilevare in funzione della necessità d'indagine (☞ cap. 3.3 e 4.3) e spiegazioni (☞ cap. 8 e all. 5)	

4.4.3 Estrazione della miscela di campioni nei campionamenti sulla superficie

Per le analisi a lungo termine si prelevano su un'area di campionamento misurata più miscele di campioni per rilevare la riproducibilità del sito (dispersione complessiva del prelievo di campioni e analitica per la superficie di campionamento). Nell'*illustrazione 5* è raffigurato lo schema di prelievo di campioni adottato con successo nel quadro della rete nazionale di osservazione del suolo NABO (*BUWAL 2000e*). Un'area di campionamento quadrata viene suddivisa in superfici parziali di eguale grandezza in modo tale da ottenere quattro miscele di campioni i cui singoli campioni provengono dalle corrispondenti superfici parziali distribuite su tutta l'area di campionamento (☞ cap. 3.4.4). Per ciascuna superficie parziale vengono estratti uno o più campioni singoli in distribuzione casuale ad hoc (☞ cap. 3.4.2). Quattro campioni composti, paralleli per punto temporale, consentono, nel migliore dei casi (ossia senza alcuna sovrapposizione di valori di misurazione), la prova di modifiche cronologiche della concentrazione con una probabilità di errore di $\alpha = 2.9\%$ (*BUWAL 2000e*). Come grandezza della superficie si raccomandano 10x10 m (metodo NABO). Per i campionamenti in foresta può essere vantaggioso optare per una superficie maggiore (20x20 m).

		←			10 m			→		
	↑	3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	
		3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	
		3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	
		3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	
		3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	
		3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	
	↓	3	4	3	4	3	4	3	4	
		2	1	2	1	2	1	2	1	

Illustrazione 5: Schema per il prelievo di campioni in analisi a lungo termine.

Bibliografia d'approfondimento

- Barth N. et al, 2000, Boden-Dauerbeobachtung: Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen, *in*: Rosenkranz D., Bachmann G., König W., Einsele G., Bodenschutz, Kennzahl 9152, Erich Schmidt Verlag, Berlino.
- Bayerische Staatsministerien für Landesentwicklung und Umweltfragen und für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 1990, Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Bayern: Standortauswahl, Einrichtung, Probenahme, Analytik, 44 p., Monaco.
- Blum W.E.H., et al, 1996, Bodendauerbeobachtung, Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 101 p., Vienna.
- BUWAL, 1993, NABO – Nationales Bodenbeobachtungsnetz: Messresultate 1985–1991, Schriftenreihe Umwelt n. 200 – Boden, 134 p., Berna.
- BUWAL, 2000e, NABO – Nationales Bodenbeobachtungsnetz: Veränderungen von Schadstoffgehalten nach 5 und 10 Jahren, Schriftenreihe Umwelt n. 320, 129 p., Berna.

5 Delimitazione spaziale dei suoli inquinati

5.1 Oggetto d'indagine e obiettivo

Le seguenti domande sono tipiche nel quadro della delimitazione del territorio:

- Su quale superficie viene registrato un valore normativo superiore a quello previsto dall'O suolo (delimitazione orizzontale)?
- Fino a quale profondità è superato un valore normativo giusta l'O suolo (delimitazione verticale)?

La delimitazione del territorio avviene nel quadro della protezione del suolo per i seguenti obiettivi tipici:

- valutazione di suolo asportato per il reimpiego (art. 7 O suolo, Istruzioni materiale di sterro, *UFAFP 2001a*);
- accertamento delle cause in caso di superamento di un valore indicativo (art. 8 O suolo); delimitazione ed esame di superfici con superamento di un valore di guardia o di risanamento (art. 9 e 10 O suolo; "*Wegleitung Gefährdungsabschätzung*").

5.2 Accertamenti preliminari

5.2.1 Procedimento

Per gli accertamenti preliminari (*cap. 3.2*) si procede come segue (*ASTM 1996, 1997*):

Ricerca documentaria

- Analisi di fotografie aeree, iscrizioni al registro fondiario, materiale cartografico storico e attuale, archivi pubblici e privati;
- consultazione del catasto dei siti inquinati (art. 5 OSiti);
- analisi di documenti aziendali (piante, piani aziendali, piani dei processi, bollette di fornitura, documenti di deposito, ecc.);
- analisi di documenti ufficiali (permessi e disposizioni);
- analisi di rapporti di indagini simili.

Sopralluogo orientativo

- Verifica dei risultati della ricerca documentaria;
- documentazione di altre osservazioni;
- acquisizione di conoscenze del luogo per l'elaborazione del piano di campionamento.

Interviste

Le interviste servono alla verifica e al completamento della ricerca documentaria. Le domande si indirizzano a proprietari, gestori, testimoni (abitanti e dipendenti attuali e precedenti) e autorità (amministrazione edilizia, protezione dell'ambiente). Le risposte degli intervistati vengono documentate e devono essere verificate criticamente in relazione alla loro qualità (contenuto, affidabilità, credibilità).

5.2.2. Carico di sostanze nocive: ipotesi e pericoli

L'ipotesi sul carico di sostanze nocive viene formulata – distinta per l'inquinamento dello strato superiore e dello strato inferiore del suolo – con l'aiuto dei criteri della *tabella 2* (☞ *cap. 3.2.2*). La *tabella 11* riassume, applicando tali criteri, dei tipici esempi di ipotesi. Se l'immissione di sostanze nocive avviene tramite vie diverse, le corrispondenti ipotesi vanno formulate separatamente, dato che nell'allestimento del piano di campionamento richiedono eventualmente un procedimento diverso.

Per un prelievo mirato occorre rilevare anche i possibili pericoli (☞ *cap. 3.2*). Queste influenzano eventualmente la profondità del prelievo (☞ *cap. 5.4.4*).

5.3 Necessità d'indagine

Sulla scorta della concreta formulazione della domanda e degli obiettivi nonché dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive viene stabilita la necessità d'indagine (☞ *cap. 3.3*). Per le indagini sulla delimitazione del territorio occorre tenere conto di quanto segue.

Grado di risoluzione e precisione

In generale vale quanto segue: più un sito è contaminato, più gravose sono le conseguenze (risanamento, smaltimento ecc.) che ne derivano. L'indagine richiede quindi un elevato grado di risoluzione (numero di punti di prelievo) e risultati precisi (numero di campioni doppi). Per esempio, nell'ambito dello smaltimento di suolo asportato un maggiore onere in sede di indagine comporta il vantaggio di poter ridurre la quantità da smaltire e, quindi, i relativi costi.

Tabella 10: Metodi d'analisi.

Oggetto d'indagine e obiettivo	Metodo	Fonte
Valutazione di deterioramenti del suolo secondo l'O suolo		
- valutazione dei superamenti di un valore indicativo, di guardia e di risanamento giusta l'O suolo - valutazione del pericolo in caso di superamento dei valori di guardia - riciclaggio di suoli asportati	tenore totale e tenore della frazione solubile secondo l'O suolo	trattamento preliminare dei campioni: <i>capitolo 7.1</i> analisi: <i>tabella 1</i>
Smaltimento di suolo asportato		
smaltimento conforme all'OTR di suolo asportato fortemente contaminato	test di eluizione, tenore totale secondo l'OTR	" <i>Analysenmethoden für Feststoff- und Wasserproben von belasteten Standorten und Aushubmaterial</i> " (BUWAL 2000b)
Valutazione della necessità della sorveglianza e del risanamento di siti inquinati (art. 8 OSiti)		
bene da proteggere "suolo" (art. 12 OSiti, valutazione giusta O suolo)	tenore totale e tenore della frazione solubile giusta l'O suolo	trattamento preliminare: <i>capitolo 7.1</i> analisi: <i>tabella 1</i>

Metodi d'analisi

I metodi per il trattamento preliminare dei campioni, l'estrazione e l'analisi devono essere scelti in conformità all'oggetto e all'obiettivo d'indagine (cfr. *tab. 10*).

5.4 Piano di campionamento

5.4.1 Schema per il prelievo di campioni

Per le ipotesi sul carico di sostanze nocive tipiche la *tabella 11* serve da supporto decisionale per la determinazione dello schema per il prelievo di campioni (☞ 3.4.2). In presenza di più ipotesi, le proposte vengono per quanto possibile armonizzate in funzione dell'oggetto e dell'obiettivo d'indagine e considerando la rappresentatività del prelievo.

Delimitazione spaziale mediante la regola dei due valori

Se la delimitazione spaziale avviene a tappe, è utile ricorrere alla regola dei due valori (*Lamé e Bosman 1994*). A tal fine i punti di prelievo di campioni vengono ripartiti sistematicamente sotto forma di reticolo quadrato (☞ cap. 3.4.2), la cui larghezza delle maglie è inferiore al necessario grado di risoluzione (☞ cap. 5.3). Dal centro della contaminazione verso l'esterno vengono quindi esaminati a tappe tanti campioni finché l'area contaminata è circondata in tutte le direzioni da almeno due campioni adiacenti senza superamento del valore limite (cfr. *ill. 6*). Questo procedimento può essere utilizzato analogicamente anche per la delimitazione verticale. Il prelievo di campioni avviene di regola in una sola volta per l'intero reticolo, l'analisi dei campioni invece a tappe.

5.4.2 Tipi di campioni

La *tabella 11* contiene un supporto decisionale per la determinazione dei tipi di campione necessari per le tipiche ipotesi sul carico di sostanze nocive (☞ cap. 3.4.3).

5.4.3 Estrazione di campioni composti

La *tabella 11* contiene un supporto decisionale per l'estrazione di campioni composti necessari per le tipiche ipotesi sul carico di sostanze nocive (☞ cap. 3.4.4).

5.4.4 Profondità di prelievo

La determinazione della profondità di prelievo (☞ cap. 3.4.5) si basa sull'oggetto e l'obiettivo d'indagine (☞ cap. 5.1):

- **Profondità di prelievo di campioni per l'accertamento di superamenti dei valori indicativi, di guardia e di risanamento**

Per la valutazione dei valori indicativi, di guardia e di risanamento fanno stato le profondità di prelievo della *tabella 12*. In casi motivati è ammessa la deroga (O suolo: all. 1 e 2, per entrambi n. 2).

Tabella 11: Supporto decisionale per il piano di campionamento.

Strato superiore: ipotesi sul carico di sostanze nocive					
Caso	Esempi	Delimitazione orizzontale	Estensione orizzontale	Tipologia del carico	Vie d'immissione sostanze nocive
A	- particella agricola - vigneto	delimitata	superficie ridotta: 100–10 000 m ²	- uniforme - eterogeneità ridotta	immissione diretta prevalentemente tramite una fonte, un autore
B	- giardini familiari - superfici di deposito, aree industriali	delimitata	superficie ridotta: 100–10 000 m ²	- non uniforme - grande eterogeneità	immissione diretta tramite più fonti/autori
C	- bordi stradali - tralicci dell'alta tensione - ponti d'acciaio	non delimitata	distanze ridotte: 10–100 m	dipendente dalle distanze	immissione atmosferica tramite prevalentemente una fonte
D	- impianti di incenerimento rifiuti - ind. del metallo	non delimitata	distanze estese: 100–10 000 m	dipendente dalle distanze	immissione atmosferica tramite prevalentemente una fonte
E	- aree urbane densamente popolate	non delimitata	distanze estese: 100–10 000 m	diffuso	immissione atmosferica (molte fonti); materiale del suolo contaminato apportato

Strato inferiore/sottosuolo: ipotesi sul carico di sostanze nocive					
Caso	Esempi	Delimitazione verticale	Estensione verticale	Tipologia del carico	Vie d'immissione sostanze nocive
0	- particella agricola - bordi stradali - centri urbani	delimitata	solo strato superiore	dipendente dalla profondità	immissione diretta o atmosferica solo in superficie
1	- sito d'incidente - spostamento di suolo contaminato	non delimitata	strato superiore e strato inferiore	dipendente dalla profondità	immissione diretta nello strato inferiore
2	- dislocazione geochimica in profondità di sostanze nocive	non delimitata	strato superiore e strato inferiore	dipendente dall'orizzonte	carico secondario per dislocazione delle sostanze nocive nello strato inferiore

Campionamento dello strato superiore del suolo

Caso	Schema di prelievo: distribuzione dei punti di prelievo (☞ cap. 3.4.2 0)	Tipi di campioni e estrazione dei campioni composti (☞ cap. 3.4.3 e 3.4.4)
A	- 1 campione composto dell'intera area - 1 campione composto di un'area di riferimento nella particella - stratificazione (nelle grandi superfici o in caso di utilizzazioni diverse sulla stessa superficie)	- 1 campione superficiale dell'intera area: distribuzione sistematica, stratificata ad hoc o diagonale - 1 campione superficiale della sup. di riferimento: distribuzione sistematica, stratificata ad hoc o diagonale
B	- distribuzione sistematica - distribuzione annidata	diversi campioni superficiali: distribuzione sistematica o stratificata ad hoc
C	- distribuzione mirata a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive	diversi campioni assiali: distribuzione sistematica sulla linea (distanze regolari)
D	- distribuzione mirata a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive - distribuzione sistematica - distribuzione annidata	diversi campioni superficiali su superfici utilizzate in modo estensivo (esclusione di altri carichi): distribuzione sistematica o stratificata ad hoc
E	- distribuzione sistematica - distribuzione annidata	diversi campioni superficiali: distribuzione sistematica o stratificata ad hoc

Campionamento strato inferiore / sottosuolo

Caso	Schema di prelievo (☞ cap.3.4.2)	Tipi di campioni ed estrazione di campioni composti (☞ cap. 3.4.3 e 3.4.4)
0	non occorre un'indagine	
1	scelta di siti di prelievo rappresentativi a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive e in relazione all'indagine relativa al carico orizzontale	carotaggio (impreciso): - distribuzione sistematica o stratificata ad hoc delle trivellazioni su un'area in relazione al campione superficiale - campionamento in livelli di profondità fissi campione di profilo (preciso): - prelievo di un campione composto ad hoc per l'intera parete del profilo - campionamento in livelli di profondità fissi
2	scelta di siti di prelievo rappresentativi a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive e in relazione all'indagine relativa al deterioramento orizzontale	campione di profilo: - campionamento degli orizzonti del suolo - campionamento separato della copertura di humus in stazioni forestali

- **Ponderazione del rischio in caso di superamento dei valori di guardia**

In caso di superamento del valore di guardia, occorre valutare il pericolo per l'uomo, gli animali e le piante tramite le utilizzazioni interessate (art. 9 O suolo). Di regola, ciò avviene in seguito alla delimitazione spaziale. L'obiettivo è l'indagine della distribuzione verticale delle sostanze nocive per la valutazione dell'esposizione dei beni da proteggere interessati (cfr. *tab. 12*). Il campionamento avviene a livelli di profondità fissi che, ai fini della riproducibilità, non dovrebbero essere inferiori a 5 cm. Lo spessore dei livelli di profondità e la profondità massima di campionamento vengono stabiliti a seconda dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive, della via d'azione e del bene da proteggere interessato. Per la ponderazione del rischio nel suolo contaminato da carichi di sostanze nocive si rimanda inoltre alla relativa direttiva (UFAFP).

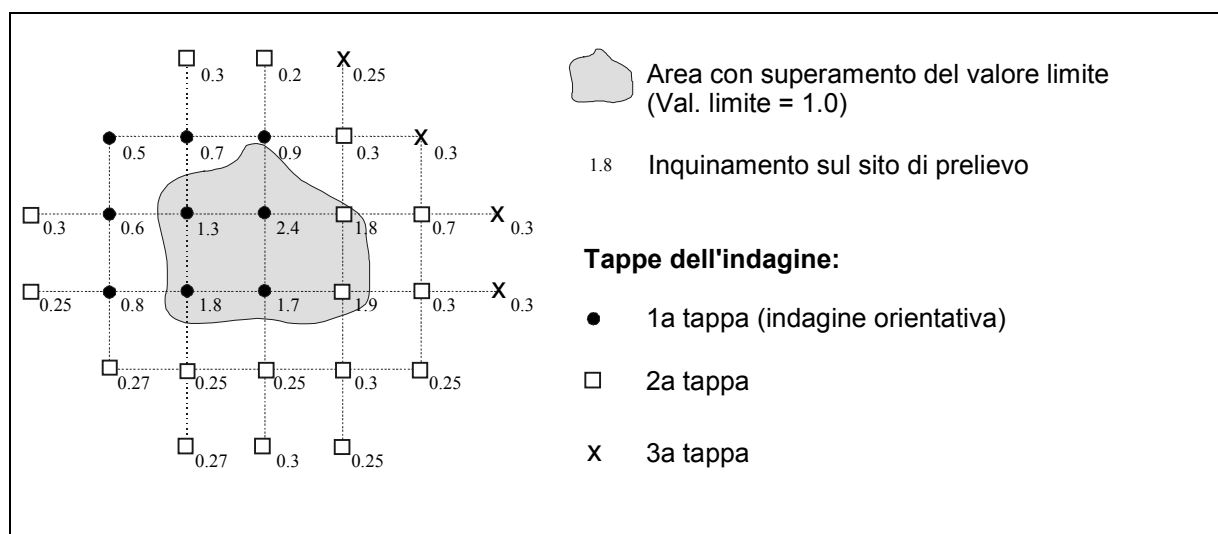


Illustrazione 6: Regola di due valori per la delimitazione spaziale.

- **Valutazione del suolo asportato**

L'asportazione di suolo avviene di regola dividendo lo strato superiore ("humus") e lo strato inferiore. Per il campionamento dello strato superiore del suolo può essere applicata una profondità di prelievo di 0–20 cm, se in questo intervallo di profondità non è previsto un gradiente rilevante. In caso contrario, occorre adeguare in corrispondenza la profondità di prelievo (per es. 0–5 cm e 5–20 cm). In tal caso, occorre tener conto degli eventuali costi di smaltimento e delle possibilità pratiche nell'asportazione dello strato superiore del suolo. Per non influenzare il risultato dell'analisi, la profondità del prelievo va scelta in modo da non mischiare gli strati di suolo contaminati e non (divieto di mischiare, art. 10 OTR).

5.4.5 Descrizione del sito

La descrizione del sito avviene in base ai principi esposti al *capitolo 3.4.7*. Nel prelievo di campioni per la delimitazione spaziale occorre per ogni caso fornire le seguenti indicazioni (FAL 1997):

- distribuzione granulometrica (stima della tessitura, prova tattile);
- tenore di calcio (test HCl);
- valore pH (test rapido).

Per la valutazione della mobilità e della fitodisponibilità delle sostanze nocive inorganiche nonché per la valutazione della riutilizzazione della terra asportata occorrono le seguenti indicazioni:

- sostanze estranee nel suolo (rifiuti edili, filo, plastica ecc.);
- valutazione del colore e dell'odore (attenzione in caso di sostanze pericolose per la salute!).

5.4.6 Quantità di campioni

La necessaria quantità di campioni viene determinata in base ai principi esposti nel *capitolo 3.4.6*.

Tabella 12: Profondità di prelievo giusta l'O suolo (1998).

Valore normativo	Utilizzazione	Profondità di prelievo	Bene da proteggere interessato	Rilevanza, via d'azione
Valore indicativo	–	0–20 cm	suolo piante	zona radicale principale: suolo → pianta
Valore di guardia	colture alimentari	0–20 cm	uomo	zona radicale principale: suolo → pianta → uomo
	colture foraggiere	0–20 cm	uomo animale	zona radicale principale: suolo → pianta → animale strato superficiale del suolo: suolo → animale
	utilizzazioni con possibile assunzione diretta di terra	0–5 cm	uomo animale	strato superficiale del suolo: suolo → uomo suolo → animale
Valore di risanamento	agricoltura, orticoltura e giardinaggio	0–20 cm	uomo animale	zona radicale principale: suolo → pianta → animale suolo → pianta → uomo strato superficiale del suolo: suolo → animale
	orticoltura e giardinaggio per il proprio fabbisogno	0–20 cm	uomo	zona radicale principale: suolo → pianta → uomo strato superficiale del suolo: suolo → uomo
	aree di gioco per bambini	0–5 cm	uomo	strato superficiale del suolo: suolo → uomo

Bibliografia d'approfondimento

- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1997, Probenahme von Böden und Substraten zur Erfassung des Bodenzustandes und Untersuchung kontaminierter Standorte, 77 p., Umwelt & Entwicklung Materialien n. 129.
- Buwal, 1994a, Regional soil contamination surveying; A: technical note, B: case study, Environmental Documentation No 25 – Soil, 70 p., Berna.
- ISO, 1995a, Soil quality – Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes (ISO/DIS 10381-1), 44 p., Deutsches Institut für Normung e.V., Berlino.
- ISO, 2002c, Soil quality – Sampling, Part 5: Guidance on the procedure for investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination (ISO/DIS 10381-5), 24 p., Deutsches Inst. .Normung e.V., Berlino.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 1998, Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten, Materialien zur Altlastenbehandlung, 87 p., 3.

6 Esecuzione del prelievo di campioni

6.1 Informazione delle parti interessate

In linea di principio, vige un obbligo di informare e tollerare indagini (cfr. art. 46 LPAmb). È tuttavia raccomandabile in ogni caso informare tempestivamente gli interessati (proprietari, gestori) in merito alla prevista indagine e ottenerne la disponibilità a tollerare queste analisi.

6.2 Misure di sicurezza

Per evitare infortuni vanno adottate delle misure di sicurezza. La necessità di tali misure risulta sulla scorta degli accertamenti preliminari (*cap. 3.2, 4.2, 5.2*) e della necessità d'indagine (*cap. 3.3, 4.3, 5.3*). Esse comprendono:

- misure di protezione in presenza di inquinanti pericolosi (guanti, maschera protettiva, occhiali protettivi, tuta protettiva ecc.). Rinuncia all'analisi olfattiva dei campioni;
- protezione di scavi dal crollo (puntelli) o cadute (transenne);
- uso del casco con l'impiego di macchine;
- uso di giubbotti segnaletici in zone di traffico.

Bibliografia d'approfondimento

ISO, 2002b, Soil quality – Sampling, Part 3: Guidance on safety (ISO/DIS 10381-3), 49 p., Deutsches Institut für Normung e.V., Berlino.

6.3 Rilevamento delle tubazioni e autorizzazioni

Rilevamento delle tubazioni

Se è previsto l'impiego di macchine occorre accertare in precedenza se nella zona del sito di prelievo di campioni esistono tubazioni industriali (gas, acqua, fognatura, elettricità, riscaldamento a distanza, linee telefoniche, cavi radio-TV ecc.). In particolare le linee telefoniche e i cavi radio-TV sono posati in prossimità della superficie. Si raccomanda di documentare il rilevamento delle tubazioni e di chiedere un nulla osta scritto per i sondaggi da parte del committente. Sul posto può essere impiegato un rilevatore di tubazioni, fermo restando che tale apparecchio non è in grado di depistare tutti i materiali (per. es. cavi in fibra di vetro).

Autorizzazioni

A seconda dell'estensione delle indagini, dev'essere chiesta un'autorizzazione alle autorità (per es. in caso di perforazioni, art. 32 OPAC). In caso di prelievo di campioni che potrebbero avere effetto sulle acque sotterranee, se il sito di prelievo di campioni si trova nel settore di protezione delle acque A occorre rivolgersi all'ufficio cantonale competente per la protezione delle acque.

6.4 Personale

Per il prelievo di campioni va impiegato unicamente personale addestrato. Il personale deve conoscere l'oggetto e l'obiettivo dell'indagine, il piano di campionamento e il procedimento per la scelta di siti alternativi (*cap. 3.4.2*). La persona responsabile deve avere conoscenze pedologiche.

6.5 Termine e sequenza

Utilizzazione

In caso di coltivazione d'erba, l'accessibilità migliore si presenta subito dopo la falciatura. Nella campicoltura il momento migliore è immediatamente dopo il raccolto, ma prima della preparazione dell'aiuola a semina, poiché in quel momento il suolo è compatto e presenta una densità omogenea. Un prelievo di campioni dopo l'aratura va evitato perché il suolo è smosso (campioni incompleti) e ineguale (nessun controllo sulla profondità del prelievo). L'intervallo cronologico rispetto all'ultimo trattamento con sostanze ausiliarie (concime, fitofarmaci) dev'essere possibilmente grande.

Stagione

I tenori della frazione solubile di sostanze nocive inorganiche variano a seconda della stagione, soprattutto in seguito all'oscillazione del valore pH (umidità del suolo, vegetazione). I tenori totali delle sostanze nocive di regola non sono influenzati dal momento del prelievo di campioni.

Condizioni atmosferiche

Il prelievo di campioni non va effettuato in caso di cattivo tempo (neve, pioggia, freddo), essendo in tal caso maggiore il rischio di inquinamento e, come insegna l'esperienza, il prelievo di campioni viene effettuato meno accuratamente. I campioni di suolo possono essere estratti più facilmente se il suolo è leggermente umido. L'attrezzo per il prelievo di campioni penetra meglio nel suolo e con ogni sondaggio preleva all'incirca la stessa quantità di campione (rappresentatività). Nei suoli troppo secchi non sussiste alcuna certezza in tal senso. Nel caso d'analisi a lungo termine le condizioni meteorologiche dovrebbero essere all'incirca le stesse per ogni campionamento.

Se si accede al suolo con macchine pesanti, lo strato superiore e inferiore devono essere asciutti (rischio di costipamento).

Sequenza

In primo luogo occorre estrarre i campioni il cui carico di sostanze nocive è presumibilmente inferiore. In questo modo è possibile evitare in larga misura la contaminazione di campioni mediante trascinamento. Per la stessa ragione, nei campioni di profilo occorre procedere dal basso verso l'alto.

6.6 Quantità di campioni

Le necessarie quantità di campioni sono stabilite nel piano di campionamento. Esse devono essere assicurate mediante un numero sufficiente di campioni singoli, scegliendo lo strumento adatto ai fini del prelievo di campioni. Il materiale in eccedenza non va mai lasciato sul campo, poiché andrebbe persa la rappresentatività dei campioni. Il materiale eccedente viene smaltito in laboratorio, in condizioni controllate. Se inaspettatamente nel prelievo di campioni viene estratto un quantitativo insufficiente di materiale, il campionamento va ripetuto.

6.7 Attrezzature per il prelievo di campioni

La scelta dell'attrezzo per il prelievo di campioni dipende dalla quantità del campione, dalla profondità del prelievo, dal numero di campioni singoli, dal diametro dell'attrezzo per il prelievo di campioni, dallo scheletro del suolo e dal rischio di contaminazione. Nella *tabella 13*

sono elencati i principali attrezzi per il prelievo di campioni e la loro idoneità per determinati scopi.

Tabella 13: Ambiti d'impiego degli attrezzi per il prelievo di campioni e possibili problemi.

Attrezzo per il prelievo di campioni	Idoneità per tipo di campioni / suoli (☞ cap. 3.4.3)
Carotatore semitubolare con spatola d'espulsione (sonda concava a sezione semicircolare, trivella scanalata)	- adatto per scopi di routine e un ampio spettro di suolo - campioni superficiali o assiali di strati superiori minerali di 5–30 cm - trivellazioni fino a circa 120 cm (Pürckhauer) - molto robusto e adatto anche a suolo con scheletro - nella suddivisione in diverse profondità di campioni, indicazione imprecisa della profondità e considerevoli trascinamenti e compressioni, specie in suolo ricco d'argilla e con scheletro - il materiale sabbioso asciutto fuoriesce dal carotatore, specie in caso di diametro eccessivo - non adatto per suolo organico
Carotatore tubolare (Humax, carotatore a ribalta)	- campioni volumetrici disturbati in strati superiori del suolo prevalentemente poveri di scheletro fino a 30 cm - tendenza a compressione in suolo argilloso - idoneo solo parzialmente per suolo organico
Sonda a mano	- descrizioni qualitative del suolo - poco adatta per il prelievo di campioni ai fini della determinazione di tenori d'inquinanti (attribuzione imprecisa della profondità, quantità del campione) - sonda Edelman: suolo da sabbioso ad argilloso con scheletro, minima resistenza di penetrazione - sonda Riverside: suolo duro e incrostato e suolo con ghiaia fine, minor rischio di trascinamento - trivella da ghiaia: suolo ricco di ghiaia
Cassetta di prelievo	- strati di humus incl. lettiera - campioni volumetrici indisturbati di strati di suolo a spessore ridotto e orizzonti di <5 cm nello strato superiore (impreciso) - non adatta per miscele di campioni
Cilindro di prelievo	- campioni volumetrici indisturbati - poco adatto per suolo ricco di scheletro
Spatola	- campioni di profilo - poco adatta per suolo ricco di scheletro

Diametro degli attrezzi per il prelievo di campioni e caratteristiche del suolo

Con il diametro degli attrezzi per il prelievo di campioni può essere fortemente influenzata l'idoneità in relazione allo scheletro, alla resistenza alla penetrazione e alla quantità del campione. Per il prelievo di campioni, l'umidità del suolo dovrebbe essere possibilmente uniforme. Il suolo asciutto ricco d'argilla è molto duro, il materiale sabbioso asciutto fuoriesce facilmente dal carotatore. Il suolo bagnato, per contro, comprime e imbratta se è ricco d'argilla mentre cola se è sabbioso. Il prelievo di campioni di suolo organico e strati di humus (orizzonte A₀) richiede attrezzi con buone proprietà di taglio e grande volume di campione (☞ cap. 6.8).

Prevenzione della contaminazione

Gli attrezzi per il prelievo di campioni devono essere di fattura robusta e non devono contaminare i campioni. Gli attrezzi di metallo in ferro o acciaio semplice adempiono queste condizioni (Desaules 1989). Per contro, non vanno utilizzati attrezzi in leghe pregiate. Non devono essere cromati, nichelati o verniciati. Eventuali strati protettivi (olio) e patine di ossidazione (ruggine) vanno completamente rimossi prima dell'uso. Prima dell'estrazione dei campioni occorre procedere a diverse trivellazioni per la pulizia dell'attrezzo gettando i campioni. Se si usano macchine (scavatrice, carotatrice rotante) occorre provvedere affinché i lubrificanti, i carburanti e i gas di scarico non inquinino i campioni. Per l'accertamento di eventuali contaminazioni occorre procedere a analisi dei materiali (Desaules 1989) e ad analisi di residui di lavaggio (Black 1988).

Bibliografia d'approfondimento

ISO, 2002a, Soil quality – Sampling, Part 2: Guidance on sampling techniques (ISO/DIS 10381-2), 48 p., Deutsches Institut für Normung e.V., Berlino.

6.8 Estrazione di campioni volumetrici

Nelle indagini sulle sostanze nocive, i campioni volumetrici servono a determinare la densità apparente (*bulk density*) per la conversione di tenori riferiti al peso (mg/kg) a tenori riferiti al volume (mg/dm³) in suolo con oltre il 15 % di humus (O suolo 1998, all. 1). La frequente grande eterogeneità della densità apparente, rende necessari almeno cinque campioni per sito e profondità od orizzonte.

Campioni volumetrici dello strato superiore

L'estrazione di campioni volumetrici causa notevoli alterazioni dello strato superficiale, perché i volumi dei campioni sono molto grandi. Nel caso di analisi a lungo termine (☞ cap. 4) tale effetto è indesiderato. Per questa ragione, i campioni volumetrici non possono essere estratti direttamente da superfici che servono all'analisi a lungo termine, bensì dall'area immediatamente adiacente. Per il prelievo di campioni singoli, tuttavia, l'estrazione dei campioni volumetrici può essere effettuata dalla stessa superficie.

Campioni volumetrici dello strato inferiore

Per lo stesso motivo, i campioni volumetrici dello strato inferiore vengono prelevati dalla parete del profilo quando l'estrazione di tutti gli altri campioni ha già avuto luogo.

6.9 Verballi

I verballi servono sia al rilevamento dei dati importanti per l'analisi e l'interpretazione sia per l'assicurazione della qualità (☞ cap. 2.) e la comparabilità con altre indagini. Nell'allegato 5 si trovano i verballi seguenti:

- verbale "Prelievo di campioni";
- verbale "Trattamento preliminare dei campioni";
- verbale aggiuntivo "Profilo del suolo";
- verbale aggiuntivo "Campionamento successivo";
- verbale aggiuntivo "Agricoltura";
- verbale aggiuntivo "Selvicoltura".

Le spiegazioni relative ai verbali si trovano al *capitolo 8*. I verbali contengono un insieme minimo di dati contrassegnato in **grassetto**, assolutamente necessario per una procedura tecnicamente corretta e ai fini della comparazione. Una maggiore estensione e un maggiore grado di dettaglio dipende dalla necessità d'indagine, o dai dettami del piano di campionamento.

6.10 Misurazione del sito di prelievo di campioni

La misurazione di un sito di prelievo di campioni (cfr. *ill. 7*) dev'essere effettuato con la necessaria precisione secondo la necessità d'indagine (*☞ tab. 3, cap. 3.3*). Ciò richiede:

- un *punto d'orientamento*: un punto rintracciabile con la carta nazionale 1:25 000 (per es. incrocio, edificio ecc.) con indicazione delle coordinate;
- *almeno 3 punti fissi*: punti rintracciabili sul campo, durevoli e tra loro indipendenti per rischio di perdita (termini, pali, spigoli di case), possibilmente a una distanza inferiore di 50 m (lunghezza del metro a nastro);
- *punto di misurazione*: angolo o centro dell'area di campionamento;
- *direzione*: direzione dell'area di campionamento con bussola (imprecisa) o piccolo teodolite (precisa).

Misurando con metri a nastro è possibile ottenere una precisione di ± 0.5 m, a condizione che gli angoli tra i punti fissi e il punto di misurazione non siano troppo acuti o troppo ottusi. Le misurazioni vengono registrate nel verbale Prelievo di campioni come schizzo di situazione.

Se è necessario un ritrovamento molto preciso (per es. in caso di analisi a lungo termine), è inoltre possibile interrare a una profondità di almeno 60 cm (lavorazione del suolo, gelo del suolo) calamite o tubi di ferro negli angoli dell'area di campionamento. Il reperimento avviene mediante rivelatori elettronici. A causa dei disturbi magnetici (bussola), non devono essere collocate calamite nel punto di misurazione stesso.

Per molti siti, è sufficiente la precisione dei sistemi GPS (segnatamente il sistema SWIPOS; informazioni aggiornate sono ottenibili presso l'Ufficio federale di topografia).

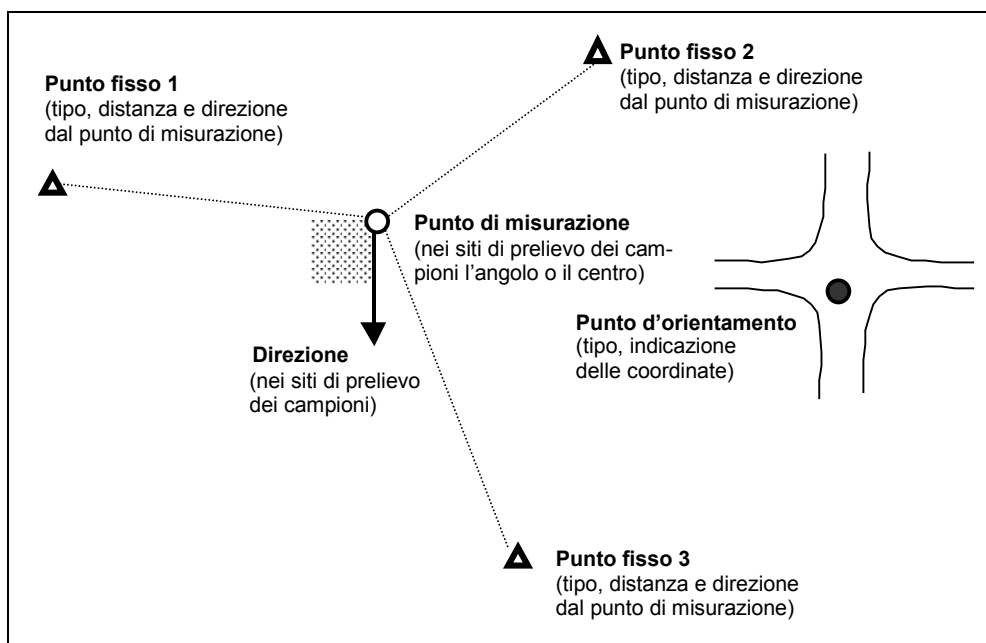


Illustrazione 7: Misurazione del sito di prelievo di campioni.

6.11 Imballaggio, etichettatura e trasporto di campioni

Imballaggio di campioni

I contenitori vanno scelti in modo da evitare un assorbimento di sostanze nocive nelle e sulle pareti dell'imballaggio e una contaminazione dei campioni tramite componenti del materiale d'imballaggio. Per il controllo della contaminazione si fa capo a campioni ciechi (*Black 1988*). Gli imballaggi dei campioni non possono essere riutilizzati.

Per le sostanze nocive inorganiche si possono utilizzare contenitori o sacchi in materiale sintetico. Ciò vale anche per esami di routine di PAH e PCB (*Desaules e Dahinden 2000*). Lo spazio d'aria va tenuto possibilmente ridotto. Per i sacchi sintetici si è rilevato utile l'impiego di un doppio involucro che offre una maggiore protezione in caso di danneggiamento.

Nell'esame di diossine e altre sostanze nocive organiche (salvo esami di routine di PAH e PCB) vanno invece utilizzati contenitori di vetro con chiusura esente da materiali sintetici.

Etichettatura dei campioni

Immediatamente dopo l'imballaggio del campione, questo dev'essere etichettato in modo chiaro, inequivocabile e indelebile direttamente sul contenitore. La designazione del campione deve essere tale da consentire un'immediata attribuzione del campione stesso. A tal fine occorrono le seguenti indicazioni:

- progetto (designazione, numero di identificazione);
- designazione del campione (numero di identificazione);
- data.

Queste indicazioni vanno riportate in corrispondenza nel verbale "*Prelievo di campioni*" e completate in modo tale che la provenienza del campione possa essere stabilita in ogni momento. Se si utilizzano contenitori in due parti va indicato su entrambe le parti almeno il numero del campione. In tal modo si evitano contaminazioni dovute allo scambio dei coperchi. Sul bollettino di fornitura per il laboratorio d'analisi vanno inoltre fornite indicazioni su eventuali campioni di riserva o d'archivio.

Trasporto dei campioni

I campioni devono giungere entro al massimo due giorni in laboratorio dove vengono immediatamente essiccati (*cap. 7.1*). Il trasporto di campioni per l'esame di inquinanti organici avviene possibilmente in ambiente climatizzato e comunque mai a una temperatura superiore a 30 °C. I campioni indisturbati devono essere trasportati senza vibrazioni.

La consegna al laboratorio avviene mediante bollettino di consegna o ordine scritto con le seguenti indicazioni:

- progetto (designazione, numero di identificazione);
- campioni forniti (designazione dei campioni);
- programma d'analisi in funzione dei requisiti d'indagine (*cap. 3.3*);
- breve descrizione dell'oggetto e dell'obiettivo d'indagine;
- data e firma.

In questo modo è garantita la rintracciabilità. Il personale del laboratorio può eseguire il trattamento e l'analisi dei campioni in funzione del problema e degli obiettivi.

7 Trattamento preliminare e archiviazione dei campioni

7.1 Trattamento preliminare dei campioni

Il rischio di contaminazione nella fase di trattamento preliminare dei campioni è elevato. Le contaminazioni possono risultare da trascinamento di materiale di campioni inquinati, attrezzi sporchi, mani sporche, sviluppo di polvere e materiale inadatto degli attrezzi (sollecitazione meccanica). Per le sostanze nocive organiche la prova dell'assenza di contaminazione è prodotta mediante campioni simultanei di sabbia quarzosa calcinata, mentre per le sostanze nocive inorganiche è prodotta mediante campioni a tenori noti (*Black 1988*).

Arrivo dei campioni in laboratorio

1. All'arrivo dei campioni in laboratorio vengono controllati la coincidenza dei campioni con il bollettino di consegna e i metodi d'analisi previsti.
2. Il peso dei campioni a umidità naturale (peso lordo a umidità naturale) viene determinato in funzione dell'interpretazione dei risultati.

Per quanto possibile occorre evitare un deposito intermedio di campioni freschi di campo. Lo stato dei campioni può influenzare il risultato dell'analisi da determinare (per es. mediante processi microbiologici). Se nondimeno è necessario un deposito intermedio occorre rispettare le seguenti condizioni:

- contenitori ben chiusi;
- durata massima del deposito: 10 giorni;
- temperatura massima del deposito: +4 °C.

Essiccazione

3. All'arrivo in laboratorio, l'intero campione va essiccato per intero in un forno a ricircolo d'aria a 40 °C fino al peso costante. L'essiccazione va effettuata rapidamente, se possibile entro due giorni. I campioni vanno pertanto disposti a strati sottili.

In caso di campioni ricchi d'argilla si raccomanda una frantumazione a mano durante l'essiccazione evitando il trascinamento di materiale dei campioni da un campione all'altro. Per il mercurio (Hg), relativamente volatile, occorre considerare una particolare sensibilità in relazione alla durata dell'essiccazione (*Schwab et al 2002*).

4. I campioni essiccati vengono pesati per la successiva conversione dei risultati delle analisi (peso lordo a secco, tenore d'acqua, *☞ fase 12*).

Deposito intermedio dopo l'essiccazione

5. Se il trattamento preliminare seguente dei campioni viene effettuato in un momento successivo, il deposito intermedio dei campioni è possibile alle seguenti condizioni:
 - coprire ed etichettare in modo chiaro i contenitori (per evitare la contaminazione tramite polvere e per il rischio di scambio);
 - temperatura massima di stoccaggio: +20 °C (inibizione dei processi microbiologici).

Frantumazione

6. Dai campioni completamente essiccati vengono per quanto possibile rimossi a mano pietre, parti organiche (residui vegetali) e materiale estraneo (per es. rifiuti edili). Tale materiale va accantonato per la successiva pesatura (*☞ fase 9*). Se risulta materiale estraneo, ciò va menzionato nel verbale Trattamento preliminare dei campioni.
7. I campioni vengono ulteriormente frantumati e di regola non macinati, poiché ciò potrebbe notevolmente influenzare il tenore di sostanze nocive particolarmente solubili (*Houba et al 1993*). A tal fine possono essere impiegati mortai, rulli frantumatori, frantoi a ganasce ecc.

Questa fase di lavoro comporta, in seguito alla notevole sollecitazione meccanica, il maggiore rischio di contaminazione. Tale rischio può essere ridotto in vista dei parametri da analizzare mediante una scelta adeguata del materiale. Gli attrezzi di frantumazione vanno ripuliti dopo ogni processo di frantumazione al fine di escludere il trascinamento di materiale del suolo.

Setacciatura

8. Dopo la frantumazione, il campione va passato in un setaccio con maglie di 2 mm.
9. Dopo la setacciatura, occorre pesare la terra fine ottenuta e, per il controllo di eventuali perdite del campione, il residuo di setacciatura inclusa la cernita a mano (*☞ fase 6*).

Nelle analisi di routine il materiale del setaccio non è determinante, poiché lo stesso prelievo del campione e la frantumazione celano rischi di contaminazione di gran lunga maggiori. Per le analisi speciali (per es. analisi nel campo delle tracce, sostanze fortemente assorbenti) occorre tuttavia una corrispondente scelta del materiale.

Va tenuto presente che le prossime fasi, comprese le analisi, vengono effettuate sulla terra fine (<2 mm). Pertanto, anche i risultati si riferiscono soltanto a questa frazione.

Macinatura

I campioni di suolo vengono finemente macinati solo se contengono particolari carichi (per es. parti di proiettili) e se devono essere misurati tenori totali. I tenori totali non vengono significativamente influenzati dal processo di macinatura (*Houba et al 1993*).

Divisione

10. Dopo la setacciatura i campioni vengono divisi in modo rappresentativo, affinché siano disponibili campioni di laboratorio con campioni di riserva e – a seconda degli obiettivi – campioni d'archivio (*☞ cap. 3.4.6*).

La divisione dei campioni va effettuata in modo tale che ogni singolo subcampione rappresenta lo stesso tenore di sostanze nocive come il campione da dividere (*☞ cap. 2.2*). Per questa ragione, una divisione rappresentativa è possibile soltanto allorquando il campione è atto allo scorrimento, ossia essiccato, frantumato e setacciato. Per la frazione setacciata <2 mm di regola sono rappresentativi campioni d'analisi di 5 g (*Houba et al 1993*), eccezion fatta per i campioni con carichi particolari (per es. parti di proiettili). Nei campioni particolarmente ricchi d'argilla occorre evitare la formazione di polvere, a causa del rischio di perdita e contaminazione. Per la divisione si possono utilizzare divisori a pettine (sample splitters), ripartitori rotanti, divisori per campioni da laboratorio o la formazione di coni (ammucchiamento del materiale) con quartatura. Per ottenere un subcampione rappresentativo la proce-

dura di divisione va applicata conseguentemente fino all'ottenimento della quantità necessaria per l'analisi.

Determinazione della sostanza secca

11. Per determinare la sostanza secca (SS) occorre pesare un campione parziale rappresentativo (peso a 40 °C), essiccare a una temperatura di 105 °C fino al peso costante e ripesare (peso a 105 °C).
12. Il risultato dell'analisi a 40 °C viene convertito al tenore di sostanze nocive a 105 °C mediante la formula seguente:

$$\text{Schadstoffgehalt}_{T=105^{\circ}\text{C}} [\text{mg} / \text{kg TS}] = \frac{\text{Gewicht}_{T=40^{\circ}\text{C}} [\text{g}] \cdot \text{Analyseresultat}_{T=40^{\circ}\text{C}} [\text{mg} / \text{kg}]}{\text{Gewicht}_{T=105^{\circ}\text{C}} [\text{g}]}$$

13. Nel caso di suolo con oltre il 15 % di humus, il tenore di sostanze nocive dev'essere convertito al rapporto di volume determinando anche la densità apparente a secco a una temperatura di T = 105 °C:

$$\text{Schadstoffgehalt}_{\text{volumen}} [\text{mg} / \text{dm}^3] = \text{Schadstoffgehalt}_{T=105^{\circ}\text{C}} [\text{mg} / \text{kg TS}] \cdot \text{Trockenraumgewicht}_{T=105^{\circ}\text{C}} [\text{kg} / \text{dm}^3]$$

7.2 Archiviazione dei campioni

7.2.1 Campioni d'archivio

I campioni d'archivio devono essere secchi. I contenitori devono essere puliti, ben chiusi ed etichettati in modo chiaro e indelebile.

7.2.2 Condizioni di stoccaggio

Il locale per lo stoccaggio a lungo termine di campioni per inquinanti inorganici dev'essere senza luce e asciutto, con ridotte escursioni termiche e oscillazioni dell'umidità. La temperatura di stoccaggio non deve essere superiore a +20 °C. I campioni d'archivio per l'analisi di sostanze nocive organiche persistenti ai fini di analisi a lungo termine (osservazione e sorveglianza permanenti) possono essere depositati a una temperatura massima di -20 °C poiché non può essere esclusa una volatilizzazione.

Bibliografia d'approfondimento

- Berndt G.F., 1988, Effect of drying and storage conditions upon extractable soil manganese, J.Sci.Food Agric. 45, 119–130.
- Black S.C., 1988, Defining Control Sites and Blank Sample Needs. in: Keith L.H. (ed.), Principles of Environmental Sampling, American Chemical Society, p. 110–117, Washington.
- Desaules A., 1989, Erfassung und Beurteilung der Schwermetallkontamination bei der Verwendung von Stahlgeräten für die Entnahme und Aufbereitung von Bodenproben, Bull.Bodenkundl.Ges.Schweiz, 13, 93–96.
- Desaules A., Dahinden R., 2000, Zum Einfluss von Trocknungstemperatur und Kunststoff-Kontakt auf PAK- und PCB-Analysen in Bodenproben bei Routineuntersuchungen, 34 p., NABO/FAL-Reckenholz.
- Fachstelle Bodenschutz Kanton Zurigo, 1999, Anleitung zur Probenvorbereitung und Archivierung (Standard-Arbeitsanweisung Labor), 8 p., Zurigo.
- Houba V.J.G., et al, 1993, Influence of grinding of soil on apparent chemical composition, Commun.Soil Sci. Plant Anal., 24, 1591–1602.
- Houba V.J.G., et al, 1994, Aspects of pre-treatment of soils for inorganic chemical analysis, Quimica Analitica, 13, 94–99.
- Jansky H.-J., Fischer H., 1997, Die Probenvorbereitung als eine Quelle der Ergebnisunsicherheit von Schadstoffbestimmungen in Bodenproben, TerraTech, 6, 35–39.
- ISO, 1996b, Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses (ISO 11464), 9 p., International Organization for Standardization, Ginevra.

8 Spiegazioni concernenti i verbali

Nell'*allegato 5* sono contenuti i seguenti verbali:

- **verbale "*Prelievo di campioni*"** (cfr. *all. 5-1*) quale verbale di base per ciascun prelievo di campioni;
- **verbale "*Trattamento preliminare dei campioni*"** (cfr. *all. 5-2*) per la documentazione del trattamento preliminare dei campioni;
- **verbale aggiuntivo "*Profilo del suolo*"** (cfr. *all. 5-3*) per la descrizione pedologica e la documentazione di campioni di profilo;
- **verbale aggiuntivo "*Campionamento successivo*"** (cfr. *all. 5-4*) per la documentazione del prelievo di campioni nelle analisi a lungo termine;
- **verbale aggiuntivo "*Agricoltura*"** (cfr. *all. 5-5*) per il rilevamento della caratteristica d'esercizio in siti a utilizzazione agricola;
- **verbale aggiuntivo "*Selvicoltura*"** (cfr. *all. 5-6*) per il rilevamento della caratteristica d'esercizio in siti a utilizzazione selvicola.

Per ciascun verbale viene indicato cosa dev'essere rilevato, come e perché. A questo proposito si rimanda alle corrispondenti spiegazioni nel manuale.

Le singole posizioni nei verbali sono contrassegnate con cifre che rimandano alle spiegazioni. Nei verbali va in ogni caso rilevato il set di dati minimo evidenziato in **grassetto** che contiene i dati fondamentali ed è indispensabile ai fini comparativi. I verbali vanno compilati in modo ben leggibile e duplicabile. I verbali aggiuntivi vengono utilizzati secondo necessità e sono sempre abbinati al corrispondente verbale "*Prelievo di campioni*".

Verbale "Prelievo di campioni" (all. 5-1)

1 Identificazione

Cosa?	Come?	Perché?
11 Progetto	designazione o n. del progetto e dell'ubicazione/particella, data, addetta/o al prelievo (ditta, nome, indirizzo, n. telefono)	- documentazione (☞ cap. 2.2) - rintracciabilità (☞ cap. 2.2)
12 Località	Comune, località, Cantone, nome locale, coordinate (X,Y, precisione), quota (m s. m.), n. CA, n. del registro fondiario	- ritrovamento del posto
13 Contatti	proprietario del fondo, gestore (ditta, persona di riferimento, indirizzo, telefono), persone interessate	- ragguagli - rintracciabilità (responsabile del prelievo)
14 Ipotesi sul carico di sostanze nocive	vie di immissione delle sostanze nocive, estensione spaziale, delimitazione spaziale, schema dell'inquinamento	- influenza dell'ipotesi sul carico di sostanze nocive (☞ cap. 3.2) sul piano di campionamento
15 Verbalì aggiuntivi	indicazione dei verbalì aggiuntivi allegati	- informazione relativa ad ulteriori indagini - riferimento al verbale "Prelievo di campioni" (rintracciabilità)
16 Indagini successive	previste / non previste	- rilevamento di indagini già effettuate, più estese o previste (☞ verbale aggiuntivo "Campionamento successivo")

grassetto: insieme di dati minimo

2 Posizione del sito di prelievo di campioni

Cosa?	Come?	Perché?
21 Schizzo di situazione	luogo di prelievo dei campioni (area di campionamento, carotaggi, profili del suolo), punto d'orientamento, punti fissi, foto	- ritrovamento del punto di prelievo dei campioni con sufficiente precisione (☞ cap. 6.10)
22 Legenda	contrassegni, punto d'orientamento, punti fissi	
23 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di altre informazioni per il ritrovamento (per es. calamite)

grassetto: insieme di dati minimo

3 Prelievo e trasporto di campioni

Cosa?	Come?	Perché?
31 Schema di prelievo dei campioni	schizzo	- rintracciabilità - estrazione di miscele di campioni (☞ cap. 3.4.4)
32 Legenda	contrassegni	
33 Condizioni meteorologiche durante il prelievo dei campioni	secco, pioggia, neve, durata (da quanti giorni)	- valutazione della qualità del campionamento (☞ cap. 6.5)
34 Stato del suolo	asciutto, umido, bagnato, gelato	- valutazione della qualità del campionamento (☞ cap. 6.5)
35 Misure di sicurezza	sì, no, in caso affermativo: quali?	- documentazione delle misure di sicurezza adottate se necessarie (☞ cap. 6.2)
36 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di ulteriori informazioni sul prelievo di campioni (per es. "non è stato possibile applicare interamente lo schema di prelievo in virtù dell'elevata resistenza alla penetrazione")
37 Trasporto dei campioni	refrigerato/non refrigerato, durata del trasporto (giorni)	- stabilità dei campioni

grassetto: insieme di dati minimo

4 Utilizzazione e vegetazione

Cosa?	Come?	Perché?
41 Utilizzazione attuale	agricoltura: prato permanente, pascolo, pascolo alpestre, campicoltura, viticoltura, orticoltura, frutteto, altro (cosa?) Distanza di percorso dalla fattoria foresta: bosco di conifere, bosco di latifoglie, bosco misto, altro (cosa?) comprensorio insediativo: orti e giardini per il proprio fabbisogno, aree di gioco per bambini, altro (per es. parchi) altro (es. aree industriali dismesse)	- l'utilizzazione è un criterio essenziale per la valutazione delle immissioni di inquinanti e della possibile minaccia per l'uomo, la flora e la fauna - intensità dell'utilizzazione (per es. particella di fattoria) - agricoltura e selvicoltura: per l'ulteriore rilevamento (per es. valutazione dell'influenza dell'utilizzazione del suolo sul tenore di sostanze nocive) ricorrere a ☞ verbale aggiuntivo "agricoltura" ☞ verbale aggiuntivo "selvicoltura" - foresta, margine della foresta: indicazione dell'immissione di sostanze nocive tramite effetti di pettinatura - comprensorio insediativo: la classificazione avviene in funzione della rilevanza dei valori di guardia e di risanamento. Vanno comunque menzionate altre utilizzazioni (per es. aree industriali dismesse, terrapieno stradale o ferroviario) - stima del livello di carico
Durata dell'utilizzazione	da (anno), durata (anni)	
42 Utilizzazioni precedenti	indicazione utilizzazione/i; dal ... al (anno); durata otto anni	- Influenza di precedenti utilizzazioni sul carico di sostanze nel suolo

43 Copertura del suolo	vegetazione e grado di copertura (%), strati di copertura di humus (cm)	- valutazione dell'utilizzazione attuale - Menzione di possibili danneggiamenti tramite inquinanti (crescita delle piante, decomposizione umica pregiudicata)
44 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di ulteriori informazioni sull'utilizzazione e la vegetazione (per es. "Utilizzazione precedente nel rapporto del 23 giugno 2001 sulla ricerca storica concernente l'area Campione SA")

grassetto: insieme minimo di dati

5 Clima e immissioni nell'aria

Cosa?	Come?	Perché?
51 Tipo di sito	rurale, agglomerato, città, in prossimità della strada, vicino a un'industria, alpino	- valutazione delle immissioni atmosferiche (valutazione qualitativa dell'inquinamento di fondo)
52 Emittenti	elenco delle fonti d'emissione per immissioni atmosferiche (<i>all. 2</i>) nel raggio d'influenza del luogo di prelievo dei campioni (direzione, distanza <u>dal</u> sito, dislivello, ostacoli)	- valutazione di immissioni atmosferiche locali e regionali
53 Clima ed esposizione	precipitazioni annue (mm/anno), principali direzioni dei venti, esposto/protetto	- valutazione delle immissioni atmosferiche - valutazione idrologica del sito (influenza sul suolo e sulla formazione del suolo)
54 Informazioni supplementari	Descrizione	- rilevamento di ulteriori informazioni sul clima e le immissioni atmosferiche (per es. "stazione permanente di misurazione dell'igiene dell'aria del Cantone a 100 m in direzione sud-ovest, coordinate 635.420/289.150")

grassetto: insieme di dati minimo

6 Rilievo

Cosa?	Come?	Perché?
61 Morfologia del terreno	altopiano/terrazzo/pianura, fondovalle/conca, cupola/dorsale di calotta/costa/vallo, pendio, piede del pendio, fosso, delta/cono di deiezione	- valutazione di immissioni ed esportazioni tramite erosione
62 Posizione ed esposizione	posizione di perdita, posizione di guadagno, posizione equilibrata, pendenza (%), esposizione (orientamento)	- valutazione di immissioni ed esportazioni tramite erosione - valutazione dell'influenza del vento per le immissioni atmosferiche
63 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di ulteriori informazioni concernenti il rilievo (per es. "terrapieno ferroviario artificiale, coordinate 635.420/289.150")

grassetto: insieme di dati minimo

7 Geologia e idrologia

Cosa?	Come?	Perché?
71 Geologia	roccia madre: tipo di roccia e classificazione (con l'aiuto di carte geologiche, determinazione da parte di uno specialista), calcica?	- Valutazione del tenore di base geogeno (☞ all. 3)
72 Idrologia	livello delle acque sotterranee, zona alluvionale, regione carsica (con l'aiuto di carte delle acque sotterranee)	- valutazione di un'eventuale minaccia per le acque sotterranee
73 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di ulteriori informazioni concernenti la geologia e l'idrologia (per es. "Regione nota per un carico geogeno di cadmio")

grassetto: insieme di dati minimo

8 Dati relativi ai campioni

Cosa?	Come?	Perché?
81 Designazione del campione	designazione o numero di identificazione	- rintracciabilità, - esclusione di scambi
82 Orizzonte del suolo	classificazione secondo <i>FAL (2002)</i> / <i>BGS (2002)</i>	- rintracciabilità - significativo per indagini pedologiche (confronto orizzonte del suolo e profondità di prelievo)
83 Profondità di prelievo	indicazione della profondità da ... a ... (cm), con/senza strato di humus (cm)	- rintracciabilità, esecuzione giusta il piano di campionamento - specificazioni relative alla definizione di 0 cm (☞ cap. 3.4.5) - valutazione e interpretazione
84 Tipo di campione	campione superficiale, campione assiale, campione di profilo, carotaggio, campione volumetrico	- rintracciabilità, esecuzione giusta il piano di campionamento (☞ cap. 3.4) - valutazione e interpretazione
85 Numero di campioni singoli	numero	- rintracciabilità, estrazione del campione composto (☞ cap. 3.4.4) - valutazione della rappresentatività
86 Attrezzo di prelievo	sonda concava, Edelmann, Riverside, Humax, altri (diametro)	- rintracciabilità - assicurazione della qualità: impiego dell'attrezzo per il prelievo adatto (☞ cap. 6.7)
87 Imballaggio	plastica, foglio di alluminio, vetro, altro	- valutazione del rischio di contaminazione (☞ cap. 6.11)
88 Parametri pedologici	humus (forma, tenore), calcio, tessitura, scheletro	- valutazione del campione sul posto in funzione dell'esame e dell'interpretazione successivi dei risultati dell'analisi (per es. irregolarità statistiche)

Cosa?	Come?	Perché?
89 Stato del campione	umidità, completezza	- influenza dell'umidità sulla completezza del campione (per es. nel Pürckhauer) - influenza dell'attrezzo di prelievo dei campioni (☞ cap. 6.7) - valutazione della qualità del campione in funzione dell'esame e dell'interpretazione successivi dei risultati dell'analisi (per es. irregolarità statistiche)
810 Informazioni supplementari		- rilevamento di informazioni supplementari sui campioni (per. es. sostanze estranee)
811 Legenda		- informazioni da compilare

grassetto: insieme di dati minimo

9 Data e firma

Cosa?	Come?	Perché?
91 Data e firma	della/del responsabile	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)

grassetto: insieme di dati minimo

Verbale "Trattamento preliminare dei campioni" (all. 5–2)

Va abbinato a ciascun verbale "*Prelievo di campioni*" (all. 5–1) o verbale aggiuntivo "*campionamento successivo*" (all. 5–4).

1 Identificazione

Cosa?	Come?	Perché?
11 Progetto	designazione, o n. del progetto e dell'ubicazione/particella, data del prelievo, addetta/o al prelievo	- documentazione, (assicurazione della qualità ☞ cap. 2.2) - rintracciabilità (assicurazione della qualità ☞ cap. 22)
12 Incaricata/o	nome, date (arrivo campioni, inizio e fine del trattamento preliminare)	

grassetto: set di dati minimo

2 Trattamento preliminare dei campioni

Cosa?	Come?	Perché?
21 Designazione del campione	numero analogo per la bolletta e il verbale "Prelievo di campioni"	- assicurazione qualità (☞ cap. 2.2)
22 Peso lordo umido	peso campioni a umidità naturale	- interpretazione dei risultati
23 Peso lordo secco	peso dei campioni essiccati	- interpretazione dei risultati
24 Tara	peso contenitore d'essiccazione	- interpretazione dei risultati
25 tenore d'acqua (g)	differenza del peso lordo umido e secco	- interpretazione dei risultati
26 tenore d'acqua (%)	parte percentuale di peso dell'acqua	- interpretazione dei risultati
27 Temperatura d'essiccazione	indicazione della temperatura nel forno	- osservazione delle prescrizioni sul trattamento preliminare dei campioni (☞ cap. 7)
28 Durata dell'essiccazione	durata del processo d'essiccazione	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2 e 7)
29 Durata deposito intermedio	durata di un eventuale deposito intermedio prima del trattamento preliminare	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2 e 7)
210 Frantumazione	attrezzo per la frantumazione (materiale)	- valutazione del rischio di contaminazione
211 Diametro setaccio	indicazione del diametro del setaccio	- osservazione delle prescrizioni sul trattamento preliminare dei campioni (☞ cap. 7)
212 Materiale del setaccio	indicazione del materiale	- valutazione del rischio di contaminazione
213 Peso residuo di setacciatura	indicazione del peso del residuo di setacciatura incl. cernita manuale	- interpretazione dei risultati (per es. riguardo allo scheletro)
214 Peso terra fine	indicazione del peso del materiale setacciato	- Interpretazione del tenore misurato (parte di terra fine)
215 Numero porzioni	numero porzioni in seguito alla divisione dei campioni	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)

Cosa?	Come?	Perché?
216 Modalità di divisione	divisore a pettine (sample splitter) aperto, chiuso, divisione mediante cono, ripartitore rotante ecc.	- valutazione della rappresentatività (fonte d'errore) e rischio di contaminazione
217 Contenitore	tipo di contenitore	- valutazione del rischio di contaminazione
218 Osservazioni	altre indicazioni	Legenda

grassetto: insieme di dati minimo

3 Data e firma

Cosa?	Come?	Perché?
31 Data e firma	della/del responsabile	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)

grassetto: set di dati minimo

Verbale aggiuntivo "Profilo del suolo" (all. 5–3)

Per il rilevamento di dati pedologici supplementari in riferimento al verbale "*Prelievo di campioni*" (all. 5–1).

L'indagine del profilo del suolo avviene per i suoli agricoli secondo *FAL (1997)*, per i suoli forestali secondo *BUWAL (1996b)*, la classificazione dei suoli secondo *FAL (2002)* e *BGS (2002)*.

1 Identificazione

I dati principali per l'identificazione e la localizzazione dell'ubicazione (schizzo di situazione) vanno registrati nel verbale "*Prelievo di campioni*".

Cosa?	Come?	Perché?
11 Progetto	designazione, o n. del progetto e dell'ubicazione/particella, data, addetta/o al prelievo (ditta, nome, indirizzo)	- assicurazione della qualità (cap. 2.2)
12 Luogo	rimando al verbale " <i>Prelievo di campioni</i> "	- rintracciabilità: questi dati sono rilevati nel verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ".
13 Situazione / schizzo della posizione	rimando al verbale " <i>Prelievo di campioni</i> "	- rintracciabilità: questi dati sono rilevati nel verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ".

grassetto: set di dati minimo

2 Topografia e geologia del profilo

Cosa?	Come?	Perché?
21 Transect	schizzo della topografia, geologia (sezione verticale)	- valutazione del tenore di base geogeno e della pedogenesi (all. 3)

3 Classificazione del suolo

Cosa?	Come?	Perché?
31 Classificazione del suolo	tipo di suolo, sottotipo, classificazione secondo <i>FAL (2002)</i> / <i>BGS (2002)</i>	- valutazione della pedogenesi, distribuzione verticale degli inquinanti, processi biogeochimici, valutazione del rischio (potenziale di trasferimento di sostanze nocive) - classificazione unitaria in Svizzera

grassetto: insieme di dati minimo

4 Profilo

Un'istruzione per l'esecuzione dello schizzo del profilo si trova nello studio *"Kartierung und Beurteilen von Landwirtschaftsböden"* (FAL 1997; per la legenda vedi a tergo del verbale aggiuntivo *"Profilo del suolo"*).

Cosa?	Come?	Perché?
41 Schizzo del profilo	- orizzonti, profondità in cm (limite degli orizzonti), designazione (secondo legenda) - schizzo del profilo con contrassegni - descrizione del profilo: struttura, vuoti, consistenza, tipo di suolo, humus, scheletro, test del calcio, pH (Hellige), idromorfologia, colore secondo Munsell (cfr. legenda) - osservazione/n. campioni	- classificazione del suolo, valutazione del tenore e della distribuzione di sostanze nocive naturali - indicazioni sulla classificazione del suolo, valutazione del tenore e della distribuzione di sostanze nocive naturali, anomalie (per es. materiale estraneo)
42 Legenda	Contrassegni standard	- documentazione, rintracciabilità - inoltre, i campioni vengono rilevati nel verbale <i>"Prelievo di campioni"</i>, n. 8.

grassetto: insieme di dati minimo

5 Data e firma

Cosa?	Come?	Perché?
51 Data e firma	della/del responsabile	- assicurazione della qualità (documentazione e responsabilità)

grassetto: insieme di dati minimo

Verbale "Campionamento successivo" (all. 5–4)

Per il rilevamento di campionamenti successivi in caso di analisi a lungo termine. Il primo campionamento viene rilevato tramite il verbale "*Prelievo di campioni*" (all. 5–1).

1 Identificazione

Cosa?	Come?	Perché?
11 Progetto	designazione del progetto e dell'ubicazione/particella, data, addetta/o al prelievo	- assicurazione qualità (☞ cap. 2.2)
12 Località	Comune, località, Cantone, nome locale, coordinate, quota, n. CA, n. del registro fondiario	- ritrovamento del sito di prelievo dei campioni
13 Contatti	proprietario del fondo, gestore, interessati addetta/o al campionamento (indirizzo, n. tel.)	- assicurazione qualità (☞ cap. 2.2)

grassetto: insieme di dati minimo

2 Cambiamenti

Cosa?	Come?	Perché?
21 Schizzo di situazione con cambiamenti	documentazione di cambiamenti in riferimento al verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ", n. 21	- ritrovamento nel caso di indagini successive nel quadro di analisi a lungo termine (☞ cap. 4) - elevato rischio di perdita di punti fissi (☞ cap. 6.10) - modifiche nella segnatura del posto: per es. marcatura successiva con calamite (☞ cap. 6.10), punti fissi supplementari ecc.
22 Legenda	contrassegni, punto d'orientamento, punti fissi	
23 Cambiamento dell'utilizzazione	documentazione di cambiamenti rispetto al verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ", n. 41	- documentazione - valutazione e interpretazione dei risultati
24 Cambiamento della copertura del suolo	documentazione di cambiamenti rispetto al verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ", n. 43	- menzione di possibili danneggiamenti tramite inquinanti (crescita delle piante, decomposizione umica pregiudicata) - osservazione di cambiamenti
25 Informazioni supplementari	osservazioni, descrizioni	- documentazione di altre modifiche rilevanti (per es. spianamento del terreno da parte del gestore, adduzione di materiale terroso estraneo al luogo con indicazione della provenienza)

grassetto: insieme di dati minimo

3 Prelievo di campioni

Cosa?	Come?	Perché?
31 Schema di prelievo dei campioni	schizzo	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)
32 Condizioni meteo durante il prelievo	secco, pioggia, neve (da quanti giorni)	- valutazione della qualità del campionamento (☞ cap. 6.5)
33 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di informazioni supplementari sul campionamento (per es. "suolo molto arido, non è stato possibile un prelievo completo dei campioni.")
34 Stato del suolo	asciutto, umido, bagnato, gelato	- valutazione della qualità del campionamento (☞ cap. 6.5)
35 Misure di sicurezza	sì, no, in caso affermativo quali?	- documentazione delle misure di sicurezza adottate se necessarie (☞ cap. 6.2)
36 Informazioni supplementari	descrizione	- rilevamento di ulteriori informazioni sul prelievo di campioni (per es. "non è stato possibile applicare interamente lo schema di prelievo dei campioni in virtù dell'elevata resistenza alla penetrazione")
37 Trasporto campioni	refrig./non refrig., durata (giorni)	- stabilità dei campioni

grassetto: insieme di dati minimo

4 Dati relativi ai campioni

Cosa?	Come?	Perché?
41 Designazione del campione	numero di identificazione	- rintracciabilità, - esclusione di scambi
42 Orizzonte del suolo	classificazione secondo <i>FAL (2002)</i> / <i>BGS (2002)</i>	- rintracciabilità - significativo per indagini pedologiche (confronto orizzonte del suolo e profondità di prelievo)
43 Profondità del prelievo	indicazione della profondità da ... a ... (cm), con/senza strato di humus (cm)	- rintracciabilità, esecuzione secondo il piano di campionamento - specificazioni relative alla definizione di 0 cm (☞ cap. 3.4.5) - valutazione e interpretazione
44 Tipo di campione	campione superficiale, campione assiale, campione di profilo, carotaggio, campione volumetrico	- rintracciabilità, esecuzione secondo il piano di campionamento (☞ cap. 3.4) - valutazione e interpretazione
45 Numero di campioni singoli	numero	- rintracciabilità, estrazione del campione composto (☞ cap. 3.4.4) - valutazione della rappresentatività
46 Attrezzo di prelievo	sonda concava, Edelman, Riverside, Humax, altro (diametro)	- rintracciabilità - assicurazione della qualità: impiego dell'attrezzo adatto (☞ cap. 6.7)
47 Imballaggio	plastica, foglio di alluminio, vetro, altro	- valutazione del rischio di contaminazione (☞ cap. 6.11)

Cosa?	Come?	Perché?
48 Parametri pedologici	humus (forma, tenore), calcio, tipo di suolo, scheletro	- valutazione del campione sul posto in vista dell'esame e dell'interpretazione successivi dei risultati dell'analisi (per es. irregolarità statistiche)
49 Stato del campione	umidità, completezza	- influenza dell'umidità sulla completezza del campione (per es. nel Pürckhauer) - influenza dell'attrezzo di prelievo dei campioni (☞ cap. 6.7) - valutazione della qualità del campione in funzione dell'esame e dell'interpretazione successivi dei risultati dell'analisi (per es. irregolarità statistiche)
410 Informazioni supplementari		- rilevamento di ulteriori informazioni sui campioni (per es. sostanze estranee)
411 Legenda		- informazioni da compilare

grassetto: insieme di dati minimo

5 Data e firma

Cosa?	Come?	Perché?
51 Data e firma	della/del responsabile	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)

grassetto: insieme di dati minimo

Verbale aggiuntivo "Agricoltura" (all. 5–5)

Per il rilevamento di dati supplementari sull'utilizzazione agricola in riferimento al verbale "Prelievo di campioni" (all. 5–1).

1 Identificazione

Cosa?	Come?	Perché?
11 Progetto	designazione o n. del progetto e dell'ubicazione/particella, data, rilevamento di (addetta/o)	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)
12 Località	cfr. n. 12 verbale "Prelievo di campioni"	- assicurazione qualità (☞ cap. 2.2): questi dati sono rilevati nel verbale "Prelievo di campioni"
13 Contatti	cfr. n. 13 verbale "Prelievo di campioni"	- assicurazione qualità (☞ cap. 2.2): questi dati sono rilevati nel verbale "Prelievo di campioni"

grassetto: insieme di dati minimo

2 Dati generali d'esercizio

Cosa?	Come?	Perché?
21 Forma di produzione	biologica, prova che i requisiti ecologici sono rispettati, convenzionale	- valutazione della situazione dei dati (genere di contabilità dell'esercizio), interpretazione della contaminazione dello strato superiore a seconda della forma di produzione
22 Divisione in zone	zona campicola, zona intermedia ampliata, zona intermedia, zona collinare, zone di montagna 1–4	- interpretazione della contaminazione dello strato superiore a seconda della divisione in zone
23 Superfici sfruttate	superficie agricola utile, superficie concimabile, superficie coltiva (in ha)	- interpretazione della contaminazione dello strato superiore in dipendenza del tipo d'esercizio - questi dati sono contenuti nel bilancio delle sostanze nutritive dell'esercizio complessivo
24 Gestore	periodo di gestione da parte dello stesso gestore	- valutazione della continuità, influenza della gestione precedente

3 Utilizzazione del suolo

Cosa?	Come?	Perché?
31 Prato permanente/-pascolo	prato da sfalcio, pascolo, pascolo da sfalcio (numero di utilizzazioni come pascolo/sfalcio)	- interpretazione della contaminazione dello strato superiore in dipendenza dell'impiego di concime e pesticidi in funzione dell'utilizzazione del terreno - questi dati sono in parte contenuti nel bilancio delle sostanze nutritive dell'esercizio complessivo.
32 Campicoltura	indicazione della rotazione delle colture (coltura/e, anno)	
33 Frutticoltura	mele, pere, prugne, ciliegie, altro	
34 Orticoltura	verdura fresca, verdura per conserva	
35 Viticoltura	durata della coltivazione a vigna, età delle viti	

4 Patrimonio di bestiame da reddito

Cosa?	Come?	Perché?
41 Unità di bestiame grosso fertilizzante (UBGF)	UBGF totale e di suini	- interpretazione della contaminazione dello strato superiore in dipendenza dei tenori di sostanze nocive e dell'intensità dell'utilizzazione (UBGF per superficie, animali da reddito per superficie) - questi dati sono contenuti nel bilancio delle sostanze nutritive dell'esercizio complessivo - tipizzazione dei concimi aziendali secondo lo studio "<i>Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau</i>" (FAL 2001), cfr. anche n. 5 "Concimi extra-aziendali"
42 Patrimonio di bestiame da reddito	suini, bovini, equini, piccoli ruminanti, pollame, altro (quantità)	
43 Concime aziendale	tipo, quantità (cessione/assunzione)	

5 Concimi extra-aziendali

Cosa?	Come?	Perché?
51 Concimi minerali contenenti fosforo	nome del prodotto, fabbricante	- spettro degli inquinanti
52 Concimi di riciclaggio	compost, fanghi di depurazione, altro (quantità/anno, provenienza)	- interpretazione della contaminazione dello strato superiore in dipendenza del concime extra-aziendale (fonte esterna di inquinanti) - tipizzazione dei concimi aziendali secondo lo studio "<i>Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau</i>" (FAL 2001) - questi dati sono in parte contenuti nel bilancio delle sostanze nutritive dell'esercizio complessivo
53 Informazioni supplementari	osservazioni, descrizioni	per es.: - intensità della concimazione - distribuzione della concimazione

6 Fitofarmaci

Cosa?	Come?	Perché?
61 Fitofarmaco	nome del prodotto, fabbricante, quantità, cessione/assunzione	- spettro degli inquinanti - interpretazione della contaminazione dello strato superiore seconda la sostanza (fonte inquinante esterna)
53 Informazioni supplementari	osservazioni, descrizioni	per es.: - intensità dell'impiego - distribuzione dei fitofarmaci

7 Data e firma

Cosa?	Come?	Perché?
51 Data e firma	della/del responsabile	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)

grassetto: insieme di dati minimo

Verbale aggiuntivo "Selvicoltura" (all. 5–6)

Per il rilevamento di dati supplementari sulla selvicoltura in riferimento al verbale "*Prelievo di campioni*" (all. 5–1).

1 Identificazione

Cosa?	Come?	Perché?
11 Progetto	designazione, o n. del progetto e dell'ubicazione/particella, data, rilevamento di (addetta/o)	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)
12 Località	cfr. n. 12 verbale " <i>Prelievo di campioni</i> "	- assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2): questi dati sono rilevati nel verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ".
13 Contatti	cfr. n. 13 verbale " <i>Prelievo di campioni</i> ", più forestale	

grassetto: insieme di dati minimo

2 Dati aziendali

Cosa?	Come?	Perché?
21 Tipo di azienda	Bosco ad alto fusto, ceduo composto, ceduo	- interpretazione del carico di sostanze nocive a seconda del tipo d'esercizio
22 Forma di azienda	taglio successivo a gruppi, taglio successivo a strisce, taglio raso, trattamento saltuario	

3 Dati del soprassuolo

Cosa?	Come?	Perché?
31 Tipo di mescolanza	bosco di conifere, bosco misto di conifere, frondifero misto, bosco di latifoglie	- interpretazione del carico di sostanze nocive a seconda del soprassuolo
32 Grado di copertura	rapporto superficie di proiezione della chioma e superficie totale (in %)	
33 Stadio di sviluppo	novellame, perticaia, fustaia giovane, adulta, matura, misto	
34 Struttura del soprassuolo	monopiano, stratificato, a più piani (indicazione dell'altezza strati)	
35 Altezza superiore	altezza media dei 100 alberi di maggiore dimensione diametrica per ha	
36 Età del soprassuolo	età media (anni)	
37 Informazioni supplementari	osservazioni, descrizioni	

4 Data e firma

Cosa?	Come?	Perché?
51 Data e firma	della persona responsabile	assicurazione della qualità (☞ cap. 2.2)

grassetto: insieme di dati minimo

9 Bibliografia

- Aichberger K. et al, 1985, Soil sampling for trace element analysis and its statistical evaluation, *in*: Gomez A., R.Leschber, P.L'Hermite (ed.), Sampling problems for the chemical analysis of sludge, soils and plants, Elsevier Applied Science Publishers, 38–44, London.
- Angehrn-Bettinazzi C., 1989, Das Verhalten von Schwermetallen in der Streuauflage von Waldstandorten, 157 S., Diss. Universität Züri.
- ASTM, 1996, Standard practice for environmental site assessments: transaction screen process, E1528-96, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- ASTM, 1997, Standard practice for environmental site assessments: phase I environmental site assessment process, E1527-97, Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials.
- Barth N. et al, 2000, Boden-Dauerbeobachtung: Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen, *in*: Rosenkranz D., Bachmann G., König W., Einsele G., ergänzbares Handbuch "Bodenschutz", Kennzahl Nr. 9152, ISBN 3-503-02718-1, Erich Schmidt Verlag, Berlin (1988).
- Bayerische Staatsministerien für Landesentwicklung und Umweltfragen und für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1990, Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Bayern – Standortauswahl, Einrichtung, Probenahme, Analytik, 44 S, München.
- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, 1997, Probenahme von Böden und Substraten zur Erfassung des Bodenzustandes und Untersuchung kontaminierter Standorte, 77 p., Umwelt & Entwicklung Materialien, Nr. 129, München.
- Benitez Vasquez N., 1999, Cadmium speciation and phyto-availability in soils of the Swiss Jura: hypothesis about its dynamics, These No. 2066, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL-Ecublens).
- Berndt G.F., 1988, Effect of drying and storage conditions upon extractable soil manganese, J.Sci.Food Agric., 45, 119–130.
- BGS, 2002, Schlüssel zur Klassifikation der Bodentypen der Schweiz (2. Auflage), 11 p., Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, Arbeitsgruppe Bodenklassifikation und Nomenklatur.
- Black S.C., 1988, Defining control sites and blank sample needs, *in*: Keith L.H. (ed.), Principles of Environmental Sampling, Amer.Chem.Soc., Washington, p. 110–117.
- Blum W.E.H., Brandstetter A., Riedler Ch., Wenzel W.W., 1996, Bodendauerbeobachtung, Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, 101 p., Wien.
- Borgman L.E., Quimby W.F., 1988, Sampling for tests of hypothesis when data are correlated in space and time, *in*: Keith L.H. (ed.), Principles of environmental sampling, 2, Americ.Chem. Soc., 25–43.
- Bunge R., Bunge K., 1999, Probenahme auf Altlasten: Minimal notwendige Probenmasse, 3/99, Altlasten Spektrum, 174–179.
- BUWAL, 2000b, Analysemethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial, Vollzug Umwelt – Altlasten und Abfall, 53 p., Berna.
- BUWAL, 2000c, Pflichtenheft für die technische Untersuchung von belasteten Standorten, Vollzug Umwelt – Altlasten / Gefährdungsabschätzung, 24 p., Berna.
- BUWAL, 2000d, Richtlinie für die Durchführung von Eluat-Tests gemäss Altlastenverordnung, Vollzug Umwelt, 27 p., Berna.
- BUWAL, 2000e, Nationales Boden-Beobachtungsnetz – Veränderungen von Schadstoffgehalten nach 5 und 10 Jahren, Schriftenreihe Umwelt Nr. 320, 129 p., Berna.
- BUWAL, 2000f, NABEL – Luftbelastung 1999, Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL), Schriftenreihe Umwelt – Luft, Nr. 316, 195 p., Berna.
- BUWAL, 1998, Arbeitshilfe Probenahme und Analyse von Porenluft, Altlasten-Gefährdungsabschätzung, 21 p., Berna.
- BUWAL, 1996a, Mögliche Quellen und Pfade für Schadstoffeinträge in Böden, Vollzug Umwelt, 13 p., Bern.
- BUWAL, 1996b, Handbuch Waldbodenkartierung, Vollzug Umwelt, 125 p., Berna.
- BUWAL, 1994, Regional soil contamination surveying, A: technical note, B: case study, Environmental Documentation No 25 – Soil, 70 p., Berna.
- BUWAL, 1993, NABO – Nationales Bodenbeobachtungsnetz: Messresultate 1985–1991, Schriftenreihe Umwelt Nr. 200 – Boden, 175 p., Berna.
- BUWAL, FAC, 1989, Mitteilungen Nr. 3 zum qualitativen Bodenschutz und zur Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo), Korrekturen und Änderungsvorschläge zur Wegleitung, 8 p., Berna.
- BUWAL, FAC, 1987, Wegleitung für die Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden, 23 p., Berna.

- BUWAL, Wegleitung Probenahme von Feststoffen auf belasteten Standorten, Berna.
- Dalton R. et al, 1975, Sampling techniques in geography, 95 p., George Philip and Son Ltd, London.
- Desaules A., Dahinden R., 2000, Zum Einfluss von Trocknungstemperatur und Kunststoff-Kontakt auf PAK- und PCB-Analysen in Bodenproben bei Routineuntersuchungen, 34 p., NABO/FAL-Reckenholz.
- Desaules A., Dahinden R., 1996, Schlüssel zur Identifikation gesteinsbedingter Richtwertüberschreitungen, Vollzug Umwelt, UFAFP, 26 p., Berna.
- Desaules A., 1995, Ergänzung zur Wegleitung für die Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden, Rundschreiben vom 26. Oktober 1995, 2 p., FAC-Liebefeld.
- Desaules A., Dahinden R., 1994, Die Vergleichbarkeit von Schwermetallanalysen in Bodenproben von Dauerbeobachtungsflächen – Ergebnisse eines Probenahmeringversuches, 26 p., FAC-Liebefeld.
- Desaules A., 1989, Die Erfassung und Beurteilung der Schwermetallkontamination bei der Verwendung von Stahlgeräten für die Entnahme und Aufbereitung von Bodenproben, Bull. Bodenkundl. Ges. Schweiz, 13, 93–96.
- EURACHEM/CITAC Guide, 2000, Quantifying uncertainty in analytical measurement, Laboratory of the Government Chemist, London, 120 p. (second edition).
- Fachstelle Bodenschutz Canton Zurigo, 1999, Anleitung zur Probenvorbereitung und Archivierung (Standard-Arbeitsanweisung Labor), 8 p.
- FAL, 2002, Klassifikation der Böden der Schweiz, 87 p. (2a edizione), Zurigo-Reckenholz.
- FAL, 2001, Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau, 80 p., *AGRARForschung* (Juni 2001).
- FAL, 1998, Methodenbuch für Boden-, Pflanzen- und Lysimeterwasser-Untersuchungen, Schriftenreihe FAL, Nr. 27, Zurigo.
- FAL, 1997, Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Schriftenreihe FAL, Nr. 24, Zurigo.
- FAL, FAW, RAC, 1995, Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten, Bd. 3, Bodenuntersuchung zur Beurteilung der Schadstoffe, Zurigo-Reckenholz.
- FAW, 2002, Pflanzenschutzmittel – Verzeichnis 2002, BBL, Vertrieb Publikation, 3003 Berna (Best.-Nr. 730.556d; *viene aggiornato annualmentet*).
- Federer C.A., 1982, Subjectivity in the separation of organic horizons of the forest floor, Soil Sci. Soc. Am. J., 46, 1090–1093.
- Federer P. et al, 1989, Wie repräsentativ sind Bodenanalysen?, Landwirt. Schweiz, 6, 363–367.
- Garner F.C. et al, 1988, Composite sampling for environmental monitoring, *in*: Keith L.H. (ed.), Principles of Environmental Sampling, 25, 363–374, American Chemical Society.
- Gy P.M., 1991, Sampling: the foundation-block of analysis, Mikrochimica Acta, 2, 457–466.
- Harvey D., 1973, Explanation in Geography, 503 p., Edward Arnold Ltd, London.
- Houba V.J.G. et al, 1994, Aspects of pre-treatment of soils for inorganic chemical analysis, Quimica Analitica, 13, 94–99.
- Houba V.J.G. et al, 1993, Influence of grinding of soil on apparent chemical composition, Commun. Soil Sci. Plant Anal., 24, 1591–1602.
- Huesemann M.H., 1994, Guidelines for the development of effective statistical soil sampling strategies for environmental applications, *in*: Calabrese E.J. und P.T. Kostecki (ed.), Hydrocarbon Contaminated Soils and Groundwater, 4, 47–96, Association for the Environmental Health of Soils, Massachusetts.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M., 1989, An introduction to applied geostatistics, 561 p., Oxford University Press.
- ISO, 2002a, Soil quality – Sampling, part 2: Guidance on sampling techniques (ISO/DIS 10381-2), Deutsches Institut für Normung e.V., 48 p., Beuth Verlag, Berlin.
- ISO, 2002b, Soil quality – Sampling, part 3: Guidance on safety (ISO/DIS 10381-3), Deutsches Institut für Normung e.V., 49 p, Beuth Verlag, Berlin.
- ISO, 2002c, Soil quality – Sampling, part 5: Guidance on the procedure for investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination (ISO/DIS 10381-5), Deutsches Institut für Normung e.V., 24 p, Beuth Verlag, Berlino.
- ISO, 1996a, Soil quality – Pretreatment of samples for the determination of organic contaminants (ISO/DIS 14507), Deutsches Institut für Normung e.V., 17 p, Beuth Verlag, Berlino.
- ISO, 1996b, Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses (ISO/DIS 11464), International Organization for Standardization, 9 p, Beuth Verlag, Berlino.
- ISO, 1995a, Soil quality – Sampling, part 1: Guidance on the design of sampling programmes (ISO/DIS 10381-1), Deutsches Institut für Normung e.V., 44 p., Beuth Verlag, Berlino.

- ISO, 1995b, Soil quality – Sampling, part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near natural and cultivated sites (ISO/DIS 10381-4), Deutsches Institut für Normung e.V., 24 p., Beuth Verlag, Berlino.
- Jansky H.-J., Fischer H., 1997, Die Probenvorbereitung als eine Quelle der Ergebnisunsicherheit von Schadstoffbestimmungen in Bodenproben, *TerraTech*, 6, 35–39.
- Keith L.H. (ed.), 1988, Principles of environmental sampling, American chem. society, 458 p., Washington DC.
- Keith L.H., 1990, Environmental sampling: a summary, *Envir.Sci.Tech.*, 24, 610–617.
- Keller A., 2000, Assessment of uncertainty in modelling heavy metal balances of regional agroecosystems, dissertation no. 13944, Institut für Terrestrische Ökologie, ETH Zurich.
- Keller Th., Desaulles A., 2001, Kartiergrundlagen zur Bestimmung der Bodenempfindlichkeit gegenüber anorganischen Schadstoffeinträgen in der Schweiz, 81 p., FAL Zurich-Reckenholz.
- LPamb, 1983, Legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (Legge sulla protezione dell'ambiente), RS 814.01.
- Lamé F.P.J., Bosman R., 1994, Protokoll für die nähere Untersuchung, Ministerium für Wohnungswesen, Raumordnung und Umweltschutz der Niederlande.
- LBP, 1997, Boden-Dauerbeobachtungsflächen – Bericht nach 10-jähriger Laufzeit 1985–1995, Schriftenreihe LBP, 5, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP), München.
- Lepretre A., Martin S., 1994, Sampling strategy of soil quality, *Analysis Magazine*, 22, 40–43.
- Meiler H. et al, 2003, Überprüfung von Methoden des Anhangs 1 der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BbodSchV) zur Beurteilung der Bodenqualität, 235 p., Forschungsbericht Nr. 201 74 240, Umweltbundesamt Berlin.
- Menzi H., Kessler J., 1998, Heavy metal content of manure in Switzerland, in: Martinez J. (ed.), "Proc. of the FAO-Network on Recycling Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture (RAMIRAN 98)", Rennes, France.
- Moolenaar S.W., 1998, Sustainable management of heavy metals in agro-ecosystems, PhD-Thesis, Agricultural University of Wageningen, The Netherlands.
- Moolenaar S.W., Lexmond T.M., 1998, Heavy-metal balances of agro-ecosystems in the Netherlands, *Netherlands J.Agric.Sci.*, 46, 171–192.
- Nothbaum N. et al, 1994, Probenplanung und Datenanalyse bei kontaminierten Böden, 164 p., Erich Schmidt Verlag, Berlino.
- OSiti, Ordinanza del 26 agosto 1998 sul risanamento dei siti inquinati (Ordinanza sui siti contaminati), RS 814.680.
- O suolo, 1998, Ordinanza del 1° luglio 1998 contro il deterioramento del suolo, RS 814.12.
- O suolo, 1986, Ordinanza del 9 giugno 1986 concernente le sostanze nocive nel suolo, RS 814.12 (*abrogata*).
- OTR, 1990, Ordinanza tecnica sui rifiuti del 10 dicembre 1990, RS 814.600.
- Ramsey M.H., 1997, Measurement uncertainty arising from sampling: implication for the objectives of geoanalysis, *Analyst*, 122, 1255–1260.
- Reiner I. et al, 1996, Stoffbilanzen landwirtschaftlicher Böden von ausgewählten Betriebstypen bei Verwendung von Klärschlamm und Kompost, BKK2 – Endbericht, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft (AWS), TU Vienna
- Rohlf F.J. et al, 1996, Optimizing composite sampling protocols, *Envir.Sci.Tech.*, 30, 2899–2905.
- Rubio R., Vidal M., 1995, Quality assurance of sampling and sample pretreatment for trace metal determination in soils, in: Quevauviller P. (Ed.), *Quality Assurance in Environmental Monitoring: Sampling and Sample Pretreatment*, 7, 157–178, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 1998, Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten, 87 p., Materialien zur Altlastenbehandlung, Nr. 3, Dresden.
- Schulz R. et al, 1996, Einfluss der Probenahmetechnik auf die Ergebnisse von Bodenuntersuchungen zur Tiefenverlagerung von Schwermetallen nach langjähriger Klärschlammdeponierung, *Agribiol.Res.*, 49, 113–119.
- Schütze, G., Nagel H.D., 1998, Kriterien für die Erarbeitung von Immissionsminderungszielen zum Schutz der Böden und Abschätzung der langfristigen räumlichen Auswirkungen anthropogener Stoffeinträge, *Umweltbundesamts-Texte*, Nr. 19, Forschungsbericht 204 02 825, Berlino.
- Schwab P. et al, 2002, Einflüsse der Probentrocknung auf Quecksilberkonzentrationen in Bodenproben, *Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, Bulletin* Nr. 26 (*inoltrato*).
- Smith F. et al, 1988, Evaluating and presenting quality assurance sampling data, in: Keith L.H. (Ed.), *Principles of Environmental Sampling*, 10, 157–168, American Chemical Society.

- SNV, 2000, Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe, SN EN ISO 9000, Ausgabe 2000-12, Schweizerische Normenvereinigung Zurigo.
- Squire S. et al, 2000, Sampling proficiency test for the estimation of uncertainty in the spatial delineation of contamination, *Analyst*, 125, 2026–2031.
- Thompson M., Ramsey M.H., 1995, Quality Concepts and Practices Applied to Sampling – An Exploratory Study, *Analyst*, 120, 261–270.
- Tiktak A. et al, 1998, Modelling cadmium accumulation on a regional scale in the Netherlands, *Nutrient Cycling Agroecosyst*, 50, 209–222.
- Tuchschruid M.P., 1995, Quantifizierung und Regionalisierung von Schwermetall- und Fluorgehalten bodenbildender Gesteine der Schweiz, UFAFP, Umweltmaterialien Nr. 32 – Boden, 111 p., Berna.
- UFAFP, Wegleitung zur Gefährdungsabschätzung bei schadstoffbelasteten Böden, Berna.
- UFAFP, 2003, Determinazione di bifenili policlorurati nel suolo mediante GC/MS – Metodi raccomandati, *Ambiente – Esecuzione*, 27 p., Berna.
- UFAFP, 2001a, Esame e riciclaggio del materiale di sterro – Istruzioni Materiale di sterro, *Ambiente – Esecuzione*, 20 p., Berna.
- UFAFP, 2001b, Spiegazioni sull'ordinanza del 1° luglio 1998 contro il deterioramento del suolo (O suolo), 47 p. Berna.
- UFAFP, 2001c, Determinazione di idrocarburi aromatici policiclici nel suolo mediante GC/MS – Metodi raccomandati, *Ambiente – Esecuzione*, 27 p., Berna.
- UFAFP, 2001d, Determination of Polychlorinated Dioxins and Furans in Soil – Method Recommendation, *Environment in practice*, 44 p., Berna.
- UFAFP, 2000, Istruzioni – Concetto di "Quality Assurance" – Analitica di PAK, PCB e diossine nel suolo, *Ambiente – Esecuzione*, 27 p., Berna.
- UFAG, UFAFP, 1994, Istruzioni per la protezione delle acque nell'agricoltura, 139 p., Berna.
- Van der Zee S.E.A.T.M., de Haan F.A.M., 1998, Monitoring, control and remediation of soil degradation by agrochemicals, sewage sludge and composed municipal wastes, *Adv.GeoEcology*, 31, 607–614.
- VEGAS, Landesanstalt für Umweltschutz, 1999a, Einführung in die Probenahme bei Fragen des Bodenschutzes (Lehrgang V für Probennehmer), Analytische Qualitätssicherung Baden-Württemberg, VEGAS Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung und Landesanstalt für Umweltschutz, Stuttgart und Karlsruhe.
- VEGAS, Landesanstalt für Umweltschutz, 1999b, Probenahme von Böden bei Altlasten (Lehrgang IV für Probennehmer), Analytische Qualitätssicherung Baden-Württemberg, VEGAS Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung und Landesanstalt für Umweltschutz, Stuttgart und Karlsruhe.
- Von Steiger B., Baccini P., 1990, Regionale Stoffbilanzierung von landwirtschaftlichen Böden mit messbarem Ein- und Austrag, Nationales Forschungsprogramm 22 – Boden, Bericht Nr. 38.
- Von Steiger B., Obrist J., 1993, Available databases for regional mass balances in agricultural land, 35–46, *in*: R. Schulin, A. Desaulles, R. Webster and B. v. Steiger (ed.) *Soil Monitoring – Early Detection and Surveying of Soil Contamination and Degradation*, Birkhäuser Verlag Basilea.
- Wagner G., Quevauviller Ph., Desaulles A., Muntau H., Theocharopoulos S. (ed.), 2001, Comparative Evaluation of European Methods for Sampling and Sample Preparation of Soils, *Sci.Total Environ.*, 264, no. 1–2, 204 p.
- Webster R. Oliver M., 2001, *Geostatistics for Environmental Scientists*, 271 p., John Wiley & Sons, New York.
- Woede G., 1999, Probenahmeraster für Bodenuntersuchungen, *Bodenschutz*, 4, 147–151.

Allegati

- Allegato 1:*** Checklist "*Qualità*"
- Allegato 2:*** Identificazione di possibili carichi nel suolo
- Allegato 3:*** Superamento dei valori indicativi dovuti alla roccia
- Allegato 4:*** Rilevamento dei dati per il bilancio delle sostanze di superfici agricole
- Allegato 5:*** Verbali

Allegato 1 Checklist "Qualità"

Progetto
Designazione del progetto.....
N. progetto.....

Oggetto d'indagine e obiettivo <i>☞ cap 3.1</i>	Sì	NO
L'oggetto d'indagine è definito esplicitamente? Documentazione:	☐	☐
È concertato con il committente? Data dell'accordo:	☐	☐
L'oggetto e l'obiettivo d'indagine sono stabiliti esplicitamente? Motivazione:	☐	☐

Accertamenti preliminari <i>☞ cap 3.2</i>	Sì	NO
Regione d'indagine		
L'estensione e i limiti dell'area d'indagine sono definiti con sufficiente precisione? Motivazione:	☐	☐
Storia dell'utilizzazione		
La storia dell'utilizzazione dell'area d'indagine è stata accertata con sufficiente precisione? Motivazione, documentazione:.....	☐	☐
Carico di sostanze nocive: ipotesi		
La ricerca dei documenti è completa rispetto all'oggetto d'indagine? Motivazione:	☐	☐
I documenti sono affidabili? Motivazione (in caso di parziale inaffidabilità):	☐	☐
Sono state effettuate tutte le interviste necessarie e possibili? Motivazione:	☐	☐
Le risposte degli intervistati sono affidabili? Motivazione (in caso di parziale inaffidabilità):	☐	☐
L'ipotesi sul carico di sostanze nocive è sufficientemente precisa per allestire il piano di campionamento? Motivazione:	☐	☐
Sono da escludere altre ipotesi sul carico di sostanze nocive? Motivazione:	☐	☐

Conoscenze del luogo		
È stato compiuto un sopralluogo orientativo? Data: Motivazione:	☐	☐
Sono stati rilevati tutti i fattori del sito importanti ai fini della pianificazione del campionamento? Motivazione:	☐	☐
Le conoscenze del luogo sono sufficienti per pianificare ed eseguire il campionamento? Motivazione:	☐	☐
Sono state accertate le misure di sicurezza da adottare per il prelievo dei campioni? Documentazione:	☐	☐

Necessità d'indagine ➡ cap. 3.3	SÌ	NO
È stato stabilito il grado di risoluzione necessario? Motivazione:	☐	☐
Il programma d'analisi è stato stabilito? Motivazione:	☐	☐
Occorrono indagini parallele? Motivazione:	☐	☐
L'onere comporta un procedimento a tappe? Motivazione:	☐	☐

Piano di campionamento ➡ cap. 3.4	SÌ	NO
Schema per il prelievo dei campioni		
Lo schema di prelievo dei campioni (distribuzione e numero dei campioni) corrisponde al necessario grado di risoluzione? Motivazione:	☐	☐
Lo schema di prelievo dei campioni adottato permette di ottenere un'immagine rappresentativa dell'effettivo inquinamento da sostanze nocive? Motivazione:	☐	☐
Sono stati considerati altri modelli per il prelievo di campioni? Motivazione:	☐	☐
Un'eventuale ipotesi sul carico di sostanze nocive errata può influenzare il risultato? Motivazione:	☐	☐
È stato stabilito il procedimento per determinare dei siti alternativi? Motivazione:	☐	☐

Tipi di campioni		
Sono stati stabiliti i tipi di campioni necessari? Motivazione:	☐	☐
Miscele di campioni		
È stato stabilito il prelievo di campioni composti (numero e distribuzione dei singoli campioni)? Motivazione:	☐	☐
Il procedimento adottato permette di ottenere un campione rappresentativo ? Motivazione:	☐	☐
Profondità di prelievo dei campioni		
Le profondità di prelievo dei campioni sono stabilite? Motivazione:	☐	☐
Campionamento dello strato superiore del suolo		
Sono state osservate le prescrizioni dell'O suolo? Motivazione:	☐	☐
La profondità di prelievo dei campioni scelta è confacente all'oggetto d'indagine? Motivazione:	☐	☐
Campionamento dello strato inferiore del suolo		
Sono state stabilite le profondità per il campionamento dello strato inferiore? Motivazione:	☐	☐
Il campionamento di livelli di profondità fissi o di orizzonti è idoneo? Motivazione:	☐	☐
Quantità dei campioni		
Sono state stabilite le necessarie quantità dei campioni ai fini delle analisi previste? Motivazione:	☐	☐
Sono stati considerati campioni di riserva e d'archivio? Motivazione:	☐	☐
Descrizione del sito		
È stata stabilita la necessaria precisione della designazione del luogo? Motivazione:	☐	☐
Sono stati stabiliti tutti i fattori del sito da rilevare? Motivazione:	☐	☐

Prelievo di campioni ➔ cap. 6	Sì	NO
I proprietari o affittuari interessati sono stati informati sulle indagini previste? Motivazione:	☐	☐

Sono stati adottati provvedimenti di sicurezza (misure di sicurezza, stabilizzazioni, ecc.)? Motivazione:	☐	☐
Sono stati eseguiti rilevamenti di tubature e chieste le autorizzazioni? Motivazione:	☐	☐
Il personale è qualificato e sufficientemente addestrato? Motivazione:	☐	☐
Il termine previsto è adatto? Motivazione:	☐	☐
La sequenza prevista del campionamento tiene conto del rischio di contaminazione? Motivazione:	☐	☐
È possibile ottenere la quantità di campioni necessaria con il numero di campioni singoli stabilito e gli attrezzi per il prelievo dei campioni? Motivazione:	☐	☐
I verbali sono compilati in modo sufficientemente dettagliato? Motivazione:	☐	☐
L'imballaggio e il trasporto dei campioni corrisponde ai requisiti (grandezza, rischio di contaminazione, vibrazioni)? Motivazione:	☐	☐

Trattamento preliminare dei campioni ➡ cap. 7	Sì	NO
Il deposito intermedio corrisponde alle prescrizioni (contenitori, temperatura, durata)? Motivazione:	☐	☐
I campioni complessivi vengono essiccati in modo possibilmente rapido? Motivazione:	☐	☐
Nella frantumazione e nel setacciamento esiste un rischio di contaminazione? Motivazione:	☐	☐
La divisione dei campioni per l'ottenimento del prelievo di subcampioni viene effettuata in modo rappresentativo? Motivazione:	☐	☐

Archiviazione dei campioni ➡ cap 7.2	Sì	NO
Esiste un piano d'archivio? Motivazione:	☐	☐
Le condizioni per un'archiviazione a lungo termine dei campioni sono rispettate? Motivazione:	☐	☐

Allegato 2 Identificazione di possibili carichi nel suolo

La tabella fornisce un orientamento di massima per l'identificazione di possibili carichi di sostanze nocive nel suolo. L'effettiva necessità d'indagine in un sito va stabilita mediante un accertamento preliminare.

Il carico di sostanze chimiche nel suolo è dovuto a emissioni di impianti, deposito di rifiuti o all'utilizzazione del suolo. L'allegato 2 fornisce indicazioni di massima sul tipo e l'ubicazione di possibili inquinamenti. In sede di decisione sulla necessità e il tipo di analisi da eseguire occorre tener conto in ciascun caso delle fattispecie locali (storia precedente, età dell'impianto ecc.).

Suolo con carico di sostanze nocive	Sostanze nocive importanti											
	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	F	PAH	PCB	di-ossine	altre
1 Dintorni di impianti												
1.1 Impianti di trasporto												
• Strade	X	X					X		X			
• Aeroporti	X	X		X			X		X			
• Impianti ferroviari				X								
• Sfiatatoi di gallerie	X	X					X		X			
1.2 Impianti per l'energia												
• Impianti di combustione (senza gas e olio combustibile extra leggero)	X	X	X				X		X		X	
• Aziende del gas (incl. deposito di carbone)	X	X					X		X			
1.3 Impianti di smaltimento												
• Impianti d'incenerimento dei rifiuti (spec. vecchi)	X	X		X		X	X		X	X	X	
• Discariche di rifiuti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
• Impianti d'infiltrazione	X	X		X			X		X			
• Parchi rottami/shredder	X	X	X	X	X	X	X			X		
1.4 Piazze e impianti di tiro	X			X		X	X					Sb
1.5 Impianti industriali e artigianali												
• Impianti metallurgici	X	X		X			X				X	
• Fonderie	X	X	X	X			X					
• Zincherie		X					X					
• Lavorazione del metallo	X	X	X	X	X		X					
• Produzione del vetro	X	X				X	X	X				
• Produzione di ceramica	X	X				X	X	X				
• Cementifici	X					X		X			X	
• Fabbriche tessili			X	X								
• Lavorazione della plastica		X							X	X		
• Tipografie	X	X	X	X			X					
• Lavorazione del legno			X	X					X			
• Concerie			X			X		X	X			
• Fabbricaz. di colori e vernici	X	X	X	X		X	X		X	X		

(Continuazione della tabella dell'all. 2)

1.6 Edifici e costruzioni in metallo protetti dalla corrosione	X	X	X				X		X	X		
2 Suoli con gestione speciale												
• Suoli con impiego intensivo di fanghi di depurazione	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
• Orticoltura e giardinaggio per il proprio fabbisogno	X	X		X		X	X					
• Suoli di vigneti	X	X		X								
• Suoli di colture intensive	X			X								
• Suoli con concimazione intensiva con liquame di suini				X								

Fonti: UFAFP (2001a), BUWAL (1996a), BUWAL e FAC (1987).

Allegato 3 Superamento dei valori indicativi dovuto alla roccia

Tipi di rocce con frequenza del superamento dei valori indicativi secondo *Tuchschmid (1995)*, *Desaules e Dahinden (1996)*.

Tipi di rocce		Superamento dei valori indicativi (Valore indicativo in mg/kg)										
		Pb 50	Cd ¹ 0.8	Zn 150	Hg 0.5	Cu 40	Ni 50	Cr 50	Mo 5	F 700	Co ² 25	Ti ² 1
Codice												
GF1	Rocce cristalline acide											
LF1	graniti, granodioriti ecc.	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2
LF3	ortogneiss	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	3
GF2	Rocce cristalline (ultra-)basiche											
LF2	dioriti, gabbri, porfiriti	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	2
LF4	anfiboliti, roccia di orneblendi	-	-	-	-	2	3	3	-	2	3	-
LF5	peridotite	-	-	-	-	1	3	3	1	-	2	-
LF15	scisto verde	-	-	1	-	3	3	3	-	-	3	-
LF16	serpentiniti	-	-	-	-	-	3	3	2	-	-	-
GF3	Rocce pelitiche (peliti)											
LF6	paragneiss	-	-	1	-	-	-	2	-	3	2	2
LF9	scisti argillosi fino a filliti	-	-	1	-	2	1	3	-	1	-	3
LF11	flysch / calcescisti	1	1	1	-	2	2	3	-	3	1	2
LF17	marna, argilla marnosa, ardesia	1	1	2			2	2		1	2	2
LF21	marne e argille molassiche	1	-	-	-	-	2	3	-	2	2	2
LF23	boluston (limoniti pisolitiche)	2	-	2	-	2	3	3	2	1	3	1
LF24	limi e argille glaciali	-	-	-	-	1	2	3	-	2	1	-
LF25	limi e argille alluvionali	1	-	-	1	2	3	3	-	1	2	1
GF4	Rocce psammitiche (psammiti)											
LF7	metapsammiti, quarziti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
LF10	arcosi, arenarie, breccia fine	1	1	1	-	2	1	2	-	2	1	2
LF13	flysch	-	-	-	-	-	2	2	-	2	2	-
LF14	radiolariti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LF26	sabbie alluvionali	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
LF32	arenarie molassiche	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-
GF5	Carbonati e solfati											
LF8	marmi calcarei, hornfels	-	-	-	-	1	2	1	-	-	2	-
LF12	calcescisto/flysch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LF18	rocce calcaree, calcari selciferi	-	1	2	-	-	1	1	1	-	1	-
LF19	dolomie, dolomie cariate	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
LF20	gesso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GF6	Carboni/rocce bituminose											
LF27	carboni, rocce bituminose	2	-	2	3	2	2	2	3	-	2	2

- = nessuno;

1 = raro (massimo >VI);

2 = occasionalmente (90° percentile >VI);

3 = frequente (mediana >VI).

¹ I calcari a granulometria grossa (spariti) superano spesso il VI per il Cd (cfr. *Benitez Vasquez 1999*).

² L'O suolo (1998) non prevede un valore indicativo, talché è indicato il VI precedente giusta l'O suolo (1986).

Nelle rocce agglomerate a granulometria grossa (morene, pietrisco, puddinga e altre) è pressoché impossibile determinare valori di misurazione precisi. Sono possibili stime di massima sulla scorta delle parti di tipi di roccia. Una chiave (*Desaules e Dahinden 1996*) consente la correlazione superficiale dei tipi di roccia elencati (LF) con le unità della Carta geotecnica della Svizzera (1:200 000). In carte panoramiche digitali (1:1.5 milioni) sono rappresentate in superficie le frequenze di superamento dei valori indicativi dovuto alla roccia (*Keller e Desaules 2001*).

Anche se i tenori delle sostanze nocive nelle rocce madri e nei relativi suoli possono essere comparati solo entro certi limiti, essi sono spesso utili nella pratica come valori d'approssimazione (*Desaules e Dahinden 1996*). Sono tuttavia esclusi i suoli organici e i suoli minerali molto disaggregati. Nei suoli sopra rocce calcaree e gesso con forte disaggregazione di soluzione risultano per esempio notevoli arricchimenti residuali di Cd e F.

Allegato 4 Rilevamento dei dati per un bilancio delle sostanze di superfici agricole

Metodo

Il bilancio delle sostanze può completare vantaggiosamente le analisi a lungo termine sul tenore di sostanze nocive nel suolo. Il bilancio delle sostanze consente da un lato l'individuazione tempestiva di modifiche avvenute nel suolo, come per esempio l'accumulazione di metalli pesanti. Dall'altro, possono essere dedotte misure adeguate per ridurre le immissioni o derivare valori critici d'immissione (*von Steiger e Obrist 1993, UFAFP 1993, van der Zee e de Haan 1998, Keller 2000*). Il bilancio delle sostanze nocive in suoli agricoli dipende dalla scala di riferimento territoriale e dalla relativa aggregazione dei dati di bilanciamento. A seconda del problema, il bilancio può essere effettuato a livello nazionale (per es. visione d'insieme in *Moolenaar 1998, Schütze e Nagel 1998*), regionale (per es. *Tiktak et al 1998, Keller 2000*) o dell'azienda agricola (per es. *von Steiger e Baccini 1990, Reiner et al. 1996, LBP 1997, Moolenaar e Lexmond 1998*). A livello nazionale il bilancio delle sostanze può essere rilevato soltanto come tendenza, i cui risultati non possono essere riferiti a scale più ridotte. Viceversa, a livello dell'azienda agricola, vengono rilevati dei bilanci delle sostanze nocive specifiche per l'esercizio che non possono essere estrapolate direttamente a una scala territoriale più estesa.

Flussi di sostanze nocive e fonti dei dati

Sono rilevanti segnatamente le immissioni di sostanze nocive tramite sostanze ausiliarie come concime aziendale, concime minerale, concime ottenuti dal riciclaggio, fitofarmaci ma anche esportazioni di sostanze nocive tramite il raccolto e i prodotti agricoli. Occorre inoltre considerare la deposizione atmosferica, l'erosione e la dislocazione delle sostanze nocive negli strati inferiori del suolo. A seconda della scala di riferimento del bilancio, è possibile ricorrere a fonti di dati esistenti per il calcolo delle immissioni e delle emissioni. Nel quadro della prova del rispetto dei requisiti ecologici, gli agricoltori effettuano un bilancio delle sostanze nutritive dell'intera azienda e registrano le misure di gestione delle particelle sui moduli delle colture. Sul verbale aggiuntivo Agricoltura (*cap. 8, all. 5*) figurano le indicazioni contenute nel bilancio delle sostanze nutritive. I dati agricoli regionali per esempio sono deducibili dai rilevamenti aziendali dell'Ufficio federale di statistica. Nella tabella seguente sono elencati esempi di possibili fonti di dati che possono essere consultati per il bilancio delle immissioni e delle esportazioni di sostanze nocive. I flussi delle sostanze su particelle agricole possono variare nel tempo. Per questa ragione, si raccomanda alle aziende agricole una durata di calcolo di almeno un periodo di rotazione delle colture. Per una durata ridotta è possibile comprendere nell'indagine sul flusso delle sostanze anche tutte le particelle che si trovano nella stessa rotazione delle colture come la particella di prova. Le incertezze nei bilanci derivanti da una variazione spaziale di parametri nonché da dati inaffidabili o mancanti, possono essere considerate e quantificate mediante un approccio stocastico (*Keller 2000*).

Immissioni di sostanze nocive	Scala di riferimento	Possibile fonte di dati
Concime aziendale		
N. anim. reddito	az. agricola/regione	schede delle colture, Uff. federale di statistica (UST)
Aziende	az. agricola/regione	schede delle colture, Uff. federale di statistica (UST)
Quant. x animale	regione/nazione	direttive per la concimazione (es. <i>UFAG 2001</i>)
Concentrazione	az./regione/nazione	indagini di qualità (p. es. <i>Menzi e Kessler 1998</i>)
Concime organico/fanghi di depurazione		
Quantità	regione/Comune	imp. compostaggio, banche dati fanghi dep. IDA
Concentrazione	regione/Comune	imp. compostaggio, banche dati fanghi dep. IDA
Concime minerale		
Quantità	azienda agricola	direttive per la concimazione/consultori agricoli, cooperative agricole/schede delle colture
Concentrazione	nazione	indagini di qualità
Fitofarmaci	regione/nazione	informaz. sul prodotto (p. es. <i>UFAG 2002</i>), schede colture
Deposizione atmosferica	regione	uffici cantonali per la protezione dell'ambiente Rete nazionale d'osservazione degli inquinanti atmosferici (NABEL; p. es. <i>UFAFP 2000</i>)
Esportazione di metalli pesanti		
Raccolto		
Sup. coltivate	az. agricola/regione	schede delle colture, Ufficio federale di statistica
Prodotti	az. agricola/regione	schede delle colture, cooperative agricole
Concentrazione	az. agricola/regione	indagini di qualità
Dilavamento		
Tipi di suolo	regione	ril. cartografico del suolo, ufficio cantonale protezione dell'ambiente
Tenori nel suolo	azienda agricola	rilevamenti del suolo, Rete nazionale di osservazione del suolo (NABO)
	regione	reti cantonali di osservazione del suolo (KABO)
Erosione		
Rischio di erosione	campo/azienda agricola	rilevamento cartografico del suolo, ufficio cantonale Protezione dell'ambiente

Bibliografia d'approfondimento

Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG) e Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), 1994, Istruzioni per la protezione delle acque nell'agricoltura – Ambito concimi aziendali, 120 p., Berna.

UFAFP, 2000, NABEL – Luftbelastung 1999, Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL), Schriftenreihe Umwelt – Luft, n. 316, 195 p., Berna.

UFAFP, 1993, NABO – Nationales Bodenbeobachtungsnetz: Messresultate 1985–1991, Schriftenreihe Umwelt, n. 200 – Boden, 175 p., Berna.

UFAG, 2001, Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau, 80 p., Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Reckenholz, Zurigo.

UFAG, 2002, Pflanzenschutzmittel–Verzeichnis 2002, 381 p., Berna (*viene aggiornato a scadenza annuale*).

- Keller A., 2000, Assessment of uncertainty in modelling heavy metal balances of regional agroecosystems, Institut für Terrestrische Ökologie, Dissertation No. 13944, ETH Zurich.
- LBP, 1997, Boden-Dauerbeobachtungsflächen – Bericht nach 10jähriger Laufzeit 1985–1995. Schriftenreihe der LBP 5/97. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP), Monaco, Germania.
- Menzi H., Kessler J., 1998, Heavy metal content of manure in Switzerland, in: J. Martinez (ed.) *"Proceedings of the FAO-Network on Recycling Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture (RAMIRAN 98)"*, Rennes, Francia (maggio 1998).
- Moolenaar S.W., 1998. Sustainable management of heavy metals in agro-ecosystems, PhD-thesis, Agricultural University of Wageningen, Wageningen, The Netherlands.
- Moolenaar S.W., Lexmond T.M., 1998, Heavy metal balances of agro-ecosystems in the Netherlands, Netherlands J. Agric. Sci., 46, 171–192.
- Reiner I. et al, 1996, Stoffbilanzen landwirtschaftlicher Böden von ausgewählten Betriebstypen bei Verwendung von Klärschlamm und Kompost, BKK2 – Endbericht, Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft (AWS), TU Vienna.
- Schütze, G., Nagel H.D., 1998, Kriterien für die Erarbeitung von Immissionsminderungszielen zum Schutz der Böden und Abschätzung der langfristigen räumlichen Auswirkungen anthropogener Stoffeinträge, Umweltbundesamts-Texte, Nr. 19, Forschungsbericht 204 02 825, Berlino.
- Tiktak A. et al, 1998, Modelling cadmium accumulation on a regional scale in the Netherlands, Nutrient Cycling Agroecosyst, 50, 209–222.
- Van der Zee S.E.A.T.M., de Haan F.A.M., 1998, Monitoring, control and remediation of soil degradation by agrochemicals, sewage sludge and composed municipal wastes, Adv. GeoEcology, 31, 607–614.
- Von Steiger B., Obrist J., 1993, Available databases for regional mass balances in agricultural land, 35–46, in: R. Schulín, A. Desaulés, R. Webster and v. Steiger B. (ed.), Soil Monitoring – Early Detection and Surveying of Soil Contamination and Degradation, Birkhäuser Verlag Basilea.
- Von Steiger, B., Baccini P., 1990, Regionale Stoffbilanzierung von landwirtschaftlichen Böden mit messbarem Ein- und Austrag, Nationales Forschungsprogramm "Boden", Report n. 38, Liebefeld-Berna.

Allegato 5 Verbali

- ☞ **Allegato 5–1:** Verbale "*Prelievo di campioni*"
- ☞ **Allegato 5–2:** Verbale "*Trattamento preliminare dei campioni*"
- ☞ **Allegato 5–3:** Verbale aggiuntivo "*Profilo del suolo*"
- ☞ **Allegato 5–4:** Verbale aggiuntivo "*Campionamento successivo*"
- ☞ **Allegato 5–5:** Verbale aggiuntivo "*Agricoltura*"
- ☞ **Allegato 5–6:** Verbale aggiuntivo "*Selvicoltura*"

I moduli dei verbali possono essere scaricati in formato pdf dal sito www.nabo.admin.ch.

1 Identificazione

grassetto: dati minimi

11 Progetto

Progetto:Sito/particella:

Addetta/o al prelievo: Data:

12 Luogo

Località/Comune: Cantone:

Nome locale: N. del registro fondiario:.....

Coordinate:.....Quota (m s. m.):..... N. carta nazionale:

13 Contatti

Proprietario del fondo:

Gestore:

Interessati:

14 Carico di sostanze nocive: ipotesi

Vie d'immissione delle sostanze nocive:

Estensione spaziale (orizzontale/verticale):

Delimitazione spaziale (orizzontale/verticale):.....

Schema del carico (omogeneo/eterogeneo):

15 Verbali aggiuntivi
☐ Profilo del suolo

 ☐ Agricoltura

 ☐ Selvicoltura

 ☐ Trattamento preliminare campioni
 16 Indagini supplementari
☐ previste

 ☐ non previste
 2 Posizione del sito di prelievo dei campioni**21 Schizzo di situazione**

indicare la direzione Nord, distanze in m

22 Legenda

Superficie di prel. campioni con punto di misurazione e orientamento (gradi)



Linea di prel. campioni con punto di misurazione e orientamento (gradi)


 Profilo del suolo
 Sondaggio
 

Pendenza pendio (%)

● Punto d'orientamento: Coordinate:

▲ Punti fissi (descrizione): Distanza al punto di misuraz. (m): Direzione (gradi):

N. 1,,

N. 2,,

N. 3,,

Fotografie:,,

23 Informazioni supplementari per il ritrovamento

3 Prelievo e trasporto di campioni

grassetto: dati minimi

31 Schizzo(i) con distribuzione dei singoli campioni per l'estrazione di miscele di campioni (schema per il prelievo dei campioni)

Indicare la direzione Nord, distanze in m

32 Legenda dello schizzo

☒ Punto di misurazione ✕ Trivellazione ● Punti angolari della superficie/linea di prelievo
☒ Orientamento (gradi) ✕ Carotaggio ▭ Profilo del suolo

33 Condizioni meteorologiche durante il prelievo dei campioni

☐ tempo asciutto ☐ pioggia ☐ neve temperatura (°C):

34 Stato del suolo

☐ asciutto ☐ umido ☐ bagnato ☐ gelato

35 Misure di sicurezza

☐ no ☐ sì, misure:

36 Informazioni supplementari in merito al prelievo di campioni**37 Trasporto dei campioni**

☐ non refrigerato ☐ refrigerato, durata: giorno/i:

Osservazioni:

4 Utilizzazione e vegetazione

grassetto: dati minimi

41 Utilizzazione

☐ Foresta ☐ bosco di conifere ☐ bosco di latifoglie ☐ bosco misto ☐ altro: ☐ Altre utilizzazioni	☐ Insedimento ☐ orto domestico ☐ orto familiare ☐ area di gioco per bambini ☐ altro:	☐ Agricoltura ☐ prato permanente ☐ pascolo ☐ pascolo alpestre ☐ campicoltura (incl. prato art.) ☐ orticoltura ☐ frutteto ☐ viticoltura ☐ altro: Dist. percorso dalla fattoria (km): ...
--	---	--

Durata di utilizzazione dal (anno): Durata (anni):

42 Utilizzazioni precedenti

Utilizzazione: dal/al (anno): Durata (anni):

Utilizzazione: dal/al (anno): Durata (anni):

43 Copertura del suolo

Vegetazione/coltura:

Grado di copertura (%): Strato di copertura di humus (cm):

44 Informazioni supplementari sull'utilizzazione e la vegetazione**5 Clima e immissioni nell'aria**

grassetto: dati minimi

51 Tipo di stazione
☐ alpina ☐ rurale ☐ agglomerato ☐ urbana
52 Emittenti delle immissioni di inquinanti atmosferici

☐ strada(e):

☐ industria:

☐ altro:

53 Clima ed esposizione del sito di prelievo dei campioni
 Precipitazioni (mm/anno): Principali dir. del vento: ☐ esposto ai venti ☐ riparo dai venti
54 Informazioni supplementari sul clima e le immissioni atmosferiche**6 Rilievo**

grassetto: dati minimi

61 Morfologia del terreno

☐ altopiano/terrazzo/pianura	☐ fondovalle/conca	☐ cupola/dorsale/costa/vallo
☐ pendio	☐ piede del pendio	☐ fosso
		☐ delta/cono di deiezione

62 Posizione ed esposizione del sito di prelievo dei campioni
☐ pos. perdita ☐ pos. guadagno ☐ pos. piana — Pend. (%): Espos. (direzione):
63 Informazioni supplementari sul rilievo**7 Geologia e idrologia**

grassetto: dati minimi

71 Geologia
 Roccia madre: calcarea: ☐ sì ☐ no
72 Idrologia
☐ Zona di falda ☐ zona alluvionale ☐ zona carsica
73 Informazioni supplementari sulla geologia e l'idrogeologia

1 Identificazione

grassetto: dati minimi

11 Progetto	
Progetto:	Data del prelievo:
12 Incaricata/o	
Nome:	
Campioni pervenuti il:	Pretratt. (data, da a

2 Trattamento preliminare dei campioni

[illegible]

219 Legenda

1	2	3	4
B = frant. a ganasse, K = mulino a croce M = mortaio, a = altro ²¹⁸ osservazioni M = mortaio, a = altro ²¹⁸ osservazioni	KS = plastica, ME = metallo, a = altro ²¹⁸ osservazioni	RT = splitter, DPT = rip. rotante, LPT = div. laborat., KV = cono + quartatura, a = altro ²¹⁸ osservazioni	KS = plastica, GL = vetro, Al = alluminio a = ²¹⁸ osservazioni

3 Data e firma

31 Data e firma	
Data:	Firma:

1 Identificazione

grassetto: dati minimi

11 Progetto

Progetto:Luogo/Particella:

Addetta/o al prelievo:Data:

12 Località☐ cfr. verbale di riferimento "Prelievo di campioni" (11)☐ Località/Comune: Cantone:

Nome locale: N. del reg. fondiario:

Coordinate:Quota (m s.m.):..... N. carta nazionale:

13 Situazione / schizzo di situazione☐ cfr. verbale "Prelievo di campioni" ☐ cfr.:**2 Topografia e geologia****21 Transect/osservazioni****3 Classificazione del suolo****31 Classificazione del suolo secondo FAL (2002) / BGS (2002)**

Tipo di suolo:.....Sottotipo:

4 Profilo**41 Schizzo del profilo**

1			Schizzo del profilo	2/3	4/5/6	7	8	9/10	11/12	13	14	Colore Munsell	Osservazioni/ designaz campioni	
Orizzonte				struttura	Vuoti	Consistenza	Tessitura	Humus	Scheletro	Test del calcio	pH (Hellige)			Idromorfia
N.	Prof.(cm)	Designazione												
		0												
		10												
		20												
		30												
		40												
		50												
		60												
		70												
		80												
		90												
		100												
		120												
		140												
		160												

42 Legenda**1) Designazione orizzonte**

- A orizzonte superiore (<30 % OS)
 B orizzonte intermedio
 C roccia madre
 D cambio di roccia
 E orizzonte di eluviazione
 I orizzonte di illuviazione
 O orizzonte di rivest. organico
 R roccia
 T torba
 () debolmente sviluppato
 AB orizzonte di transizione
 B/C orizzonte complesso

- a humus nero (anmoor)
 b sepolto
 ch disaggregazione chimica
 cn con concrezioni o noduli
 f parzialm. decomposto (moder)
 fe accumulo di Fe
 fo fossile
 g macchie color ocra (ossidazione)
 gg variegato (idromorfo)
 h accumulo di humus
 k accumulo di carbonati
 l non disgregato (greggio)
 m fortemente cementato, indurito
 na accumulo di Na
 ox accumulo di ossidi di Fe/Al
 p strato arato
 q granulare quarzoso
 r riduzione (macchie grigie)
 sa accumulo di sale
 st ben strutturato
 t accumulo di argilla
 vt vertisilico, fessuraz. per ritiro
 w disaggregato
 x compatto
 y rivestimento estraneo
 z disaggregazione fisica
 () debolmente sviluppato

2) Tipo di struttura

- 1 struttura particellare
 2 struttura compatta
 3 struttura d'aggreg./di segreg.
 4 antropogena

3) Forma degli aggregati

- 1 grumosa
 2 poliedrica
 3 subpoliedrica
 4 prismatica
 5 lamellare
 6 granulare
 7 zollosa
 8 pellicole

4) Macropori

- 0 assenza di pori
 1 fini/scarsi
 2 fini/comuni
 3 fini/abbondanti
 4 medi/scarsi
 5 medi/comuni
 6 medi/abbondanti
 7 grandi/scarsi
 8 grandi/comuni
 9 grandi/abbondanti

5) Fessure/vuoti

- (tra gli aggregati)
 1 fini (<1 mm)
 2 medi (1-2 mm)
 3 grandi (>2 mm)

6) Gallerie dei lombrichi

- 0 nessuna galleria
 1 poche (occorre cercarle)
 2 molte (balzano all'occhio)

7) Consistenza

- 1 sciolta (<0.8 g/cm³, (mat. organico)
 2 friabile (0.8-1.2 g/cm³, (strato superiore)
 3 media (1.2-1.4 g/cm³, (orizzonte B)
 4 compatta (1.4-1.8 g/cm³, (costipazione)
 5 molto compatta (>1.8 g/cm³)

8) Tessitura della terra fine

	Argilla %	Limo %
1 sabbia	0-5	0-15
2 sabbia siltosa uS	0-5	15-50
3 sabbia limosa lS	5-10	0-50
4 sabbia fortem. limosa lR	10-15	0-50
5 limo sabbioso sL	15-20	0-50
6 limo L	20-30	0-50
7 limo argilloso tL	30-40	0-50
8 argilla limosa lT	40-50	0-50
9 argilla T	50-100	0-50
10 silt sabbioso sU	0-10	50-70
11 silt U	0-10	70-100
12 silt limoso lU	10-30	50-90
13 silt argilloso tU	30-50	50-70

9) Tenore di humus

		% humus da a
1 hfr	senza humus	0.0
2 har	povero di humus	0.1-1.9
3 swb	leggerm. umifero	2.0-4.9
4 hos	umifero	5.0-9.9
5 hr1	ricco di humus	10.0-14.9
6 hr2	ricco di humus	15.0-19.9
7 shr	molto ricco di h.	20.0-29.9
8 org	organico	30.0-100

10) Forma dell'humus

- 1 mull
 2 moder
 3 humus greggio
 4 torba

11) Scheletro (pietrosità)

		Classe in % vol.
0 skf	privo di scheletro	0.0
1 ska	molto povero di sch.	<5.0
3 sws	povero di scheletro	5.0-9.9
4 skh	scheletro evidente	10.0-19.9
5 sts	schel. molto evid.	20.0-29.9
6 skr	ricco di scheletro	30.0-49.0
7 esk	estr. ricco di schel.	>50.0

12) Dimensione dello scheletro

- FS schel. minuto (0.2-5 cm)
 GS schel. grossolano (5-0 cm)
 BL massi (>20 cm)

- 1 >75 % FS
 2 >50 % FS, >25 % GS
 3 >50 % FS, >25 % BL
 4 >75 % GS
 5 >50 % GS, >25 % FS
 6 >50 % GS, >25 % BL
 7 >75 % BL
 8 >50 % BL, >25 % FS
 9 >50 % BL, >25 % GS

13) Test del calcio

(con soluzione 10 % HCl)

- 0 privo di CaCO₃
 1 presente solo nello scheletro
 2 effervescenza debole
 3 effervescenza media
 4 effervescenza forte

14) Idromorfia

- 0 nessuna
 1 concrezioni nere
 2 macchie color ocra diffuse (ossid.)
 3 macchie color ocra contrast.
 4 colorazioni rosso pallido (marmorizzazioni)
 5 colori originati da processi di riduzione (grigio/blu/verde)
 6 colorazione variegata
 7 sbiancimento allo stato bagnato

5 Data e firma

grassetto: dati minimi

51 Data e firma

Data: Firma:

1 Identificazione

grassetto: dati minimi

11 Progetto

Progetto:Luogo/Particella:

Addetta/o al prelievo Data:

12 Località☐ cfr. verbale di riferimento "Prelievo di campioni" (11)**13 Contatti**☐ cfr. verbale di riferimento "Prelievo di campioni" (11) risp.:☐ nuovo proprietario:

Nuovo gestore:

Nuovi interessati:

2 Cambiamenti**21 Schizzo di situazione con modifiche**

Indicare la direzione Nord, distanze in m

22 LegendaSuperficie di prelievo
con punto di misurazione
e orientamento (gradi)Linea di prelievo
con punto di misurazione
e orientamento (gradi)

Profilo suolo



Pend. pendio (%)



Sondaggio

● Punto d'orientamento : Coordinate:

▲ Punti fissi (descrizione): , distanza al punto di misuraz. (m) , direzione (gradi):

N. 1 ,

N. 2 ,

N. 3 ,

Fotografie:

23 Cambiamento dell'utilizzazione☐ Utilizzazione immutata☐ Cambiamento dell'utilizzazione, dal (anno):

Utilizzazione attuale (classificazione secondo il verbale "Prelievo di campioni" n. 41):

24 Cambiamento della copertura del suolo☐ Copertura del suolo immutata☐ Cambiamenti osservabili:

Vegetazione/coltura:.....

Grado di copertura (%):Strato di copertura di humus (cm):

25 Informazioni supplementari per il ritrovamento (cambiamenti)**3 Prelievo e trasporto dei campioni**

grassetto: dati minimi

31 Schizzo(i) con distribuzione dei singoli campioni per l'ottenimento dei campioni composti

Indicare la direzione Nord, distanze in m

32 Legenda dello schizzo

● Punto di misurazione

✕ Trivellazione

● Punti angolari della superficie/linea di prelievo

↑ Orientamento (gradi)

⊗ Carotaggio

▭ Profilo del suolo

33 Condizioni meteorologiche durante il prelievo☐ asciutto ☐ pioggia ☐ neve temperatura:..... °C**34 Stato del suolo**☐ asciutto ☐ umido ☐ bagnato ☐ gelato**35 Misure di sicurezza**☐ sì ☐ no Misure adottate:.....**36 Informazioni supplementari sul prelievo di campioni****37 Trasporto dei campioni**☐ non refrigerato ☐ refrigerato durata:.....giorno/i:.....

Osservazioni:

1 Identificazione

grassetto: dati minimi

11 Progetto

Progetto:Luogo/particella:

Verbalista: Data:

12 Località☐ cfr. il relativo verbale "Prelievo di campioni" (11)☐ Località/Comune: Cantone:.....

Nome locale:

Coordinate:Quota (m s.m.): N. carta nazionale:

13 Contatti☐ cfr. il relativo verbale "Prelievo di campioni" (11):☐ proprietario del fondo:☐ gestore:.....**2 Dati generali d'esercizio****21 Forma di produzione**☐ biologica ☐ prova che i requisiti ecol. sono rispettati ☐ convenzionale**22 Divisione in zone**☐ zona campicola ☐ zona intermedia ampliata ☐ zona intermedia ☐ zona collinare☐ zona di montagna 1 2 3 4 (segnare ciò che fa il caso)**23 Superfici coltivate (ha)**

Superficie agricola utile: Sup. concimabile: Sup. coltiva:

24 Gestore

attivo in azienda dal (anno): Gestore precedente:

3 Utilizzazione del terreno**31 Prati permanenti/pascoli**☐ prato da sfalcio ☐ pascolo ☐ pascolo da sfalcio**32 Campicoltura/rotazione delle colture**

Coltura/e: anno:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

33 Frutticoltura☐ mele ☐ pere ☐ prugne ☐ ciliege☐ altro:**34 Orticoltura**☐ verdura fresca ☐ verdura da conserva

Colture:

.....

35 Viticoltura

Durata della coltivazione a vite (anni): Età delle viti (anni):

4 Patrimonio di bestiame da reddito/concime aziendale**41 Unità di bestiame grosso fertilizzante (numero UBGF)**

Totale UBGF: Suini (PMI; ev. UBGF):

42 Patrimonio di bestiame da reddito (quantità)

Suini: Bovini: Equini:

Ruminanti: Pollame: altro:

43 Commercio di concime aziendale

Tipo: Quantità/anno: Cessione/acquisto:

5 Concime esterno all'azienda**51 Concime minerale contenente fosforo**☐ superfosfato ☐ triplosuperfosfato ☐ fosfato greggio ☐ fosfato di scorie☐ altro (prodotto/fabbricante):**52 Concime di riciclaggio**☐ compost: quantità/anno: Provenienza:☐ fanghi di depurazione: quantità/anno: Provenienza:☐ altro: quantità/anno: Provenienza:**53 Informazioni supplementari****6 Impiego di fitofarmaci****61 Tipo, quantità, provenienza**

Nome del prodotto (quantità/anno):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7 Data e firma

grassetto: dati minimi

71 Data e firma

Data: Firma:

1 Identificazione

grassetto: dati minimi

11 Progetto

Progetto: Ubicazione/particella:

Verbalista: Data:

12 Luogo☐ cfr. il relativo verbale "Prelievo di campioni" (11)☐ Località/Comune: Cantone:

Nome locale:

Coordinate: Altezza (m s. m.): N. carta nazionale:

13 Contatti☐ cfr. il relativo verbale "Prelievo di campioni" (11)☐ Proprietario del fondo:☐ gestore:

Forestale:

2 Dati sul governo**21 Tipo di governo**☐ bosco ad alto fusto☐ ceduo composto☐ ceduo**22 Forma dell'esercizio**☐ taglio succ. a gruppi☐ taglio succ. a strisce☐ taglio raso☐ tratt. saltuario**3 Dati sul soprassuolo****31 Tipo di mescolanza del soprassuolo**☐ bosco di conifere (91-100 % conifere)☐ bosco misto di conifere (51-90 % conifere)☐ frondifero misto (11-50 % conifere)☐ bosco di latifoglie (0-10 % conifere)**32 Grado di copertura del soprassuolo**

Rapporto tra la superficie di proiezione della chioma e la superficie totale (%):

33 Stadio di sviluppoDiametro a busto d'uomo dei 100 alberi di maggiore dimensione diametrica per ha (d_{dom}):cm☐ novellame ($d_{dom} < 12$ cm)☐ perticaia ($d_{dom} = 12-30$ cm)☐ fustaia giovane ($d_{dom} = 31-40$ cm)☐ fustaia media ($d_{dom} = 41-50$ cm)☐ fustaia matura ($d_{dom} > 50$ cm)☐ misto (nessuno stadio di sviluppo preponderante)**34 Struttura del soprassuolo**☐ monopiano☐ stratificato☐ a più piani (indicazione dell'altezza dei singoli strati):.....
.....**35 Altezza superiore**Altezza media dei 100 alberi di maggiore dimensione diametrica per ha (h_{dom}):**36 Età del soprassuolo**

Età media del soprassuolo (anni):

37 Informazioni supplementari**5 Data e firma**

grassetto: dati minimi

71 Data e firma

Data: Firma:

