Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Aiuto all'esecuzione UV-1826/02/04

Rifiuti edili – fanghi provenienti dal settore della costruzione

Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)

Stato: 03/2026, valida dal 1 maggio 2025
Versioni precedenti: 05/2025

Basi legali: LPAmb art. 30–30*h*
OPSR

Settori specialistici interessati

Acque	Aria	Biodiversità	Biotecnologia	Bosco e legno	Clima	Diritto	EIA	Elettrosmog e luce	Incidenti rilevanti	Paesaggio	Pericoli naturali	Prodotti chimici	Rifiuti	Rumore	Siti contaminati	Suolo
													•			

Nota editoriale

Valenza giuridica
La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni del diritto federale in materia ambientale (in merito a concetti giuridici indeterminati e alla portata e all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni siano conformi al diritto federale. Sono ammesse soluzioni alternative, purché conformi al diritto vigente.

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

Con il contributo di
ASIR, Cercle Déchets Svizzera orientale, Cercle Déchets Svizzera nordoccidentale, Cercle Déchets Svizzera meridionale, Cercle Déchets Svizzera occidentale, Cercle Déchets Svizzera centrale, cemsuisse, Infra Suisse, Materiali di costruzione circolari Svizzera

Traduzione
Servizio linguistico italiano, UFAM

Link per scaricare il PDF
https://www.bafu.admin.ch/aiuti-esecuzione-rifiuti
La versione cartacea non può essere ordinata.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese.
La lingua originale è il francese.

© UFAM 2026

Indice

1 Introduzione 4
2 Basi legali e campo d'applicazione 5
2.1 Basi legali 5
2.2 Campo d'applicazione del modulo 5
2.3 Definizioni 6
3 Aspetti generali 7
3.1 Proprietà fisiche dei fanghi 7
3.2 Determinazione delle sostanze nocive prima dell'inizio dei lavori 7
3.3 Misure di limitazione dell'inquinamento 8
3.4 Riciclaggio dei fanghi edili 8
3.5 Deposito in discarica 8
3.6 Frequenza delle analisi 9
4 Trattamento e vie di smaltimento specifiche 10
4.1 Fanghi di perforazione 10
4.1.1 Sostanze nocive 10
4.1.2 Riciclaggio e smaltimento 10
4.2 Fanghi di calcestruzzo 10
4.2.1 Sostanze nocive 11
4.2.2 Riciclaggio e smaltimento 11
4.3 Fanghi di sgombero e di drenaggio delle gallerie 11
4.3.1 Sostanze nocive e vie di smaltimento 11
4.4 Fanghi di lavaggio dei materiali di scavo non inquinati 12
4.4.1 Sostanze nocive 12
4.4.2 Riciclaggio e smaltimento 12
4.5 Fanghi derivanti dal trattamento delle acque di cantiere in impianto mobile 12
4.5.1 Sostanze nocive 12
4.5.2 Riciclaggio e smaltimento 12
4.6 Fanghi derivanti da eventi naturali eccezionali 13
4.7 Fanghi derivanti dal lavaggio dei materiali minerali di demolizione 13
4.8 Fanghi sedimentari 13
4.8.1 Sostanze nocive 13
4.8.2 Riciclaggio e smaltimento 13
4.9 Sintesi 13
Bibliografia 15

1 Introduzione

Questa parte del modulo «Rifiuti edili» descrive i requisiti per lo smaltimento ecologico dei fanghi provenienti dal settore delle costruzioni o derivanti da eventi naturali eccezionali. L'eliminazione di questi materiali è particolarmente problematica a causa della variabilità delle loro proprietà fisiche e del loro carico inquinante.

Oltre ai problemi legati alle caratteristiche fisiche dei fanghi (fluidità, tenore di acqua e di argilla ecc.), essi possono contenere concentrazioni elevate di sostanze nocive. I fanghi provenienti dal settore edile sono spesso il risultato di un processo meccanico (perforazione, lavori di scavo e sgombero ecc.) durante il quale si moltiplica la superficie specifica del materiale di partenza. Di conseguenza, aumenta notevolmente la superficie di adsorbimento delle sostanze nocive, che quindi tendono a concentrarsi nella frazione fine del materiale.

2 Basi legali e campo d'applicazione

2.1 Basi legali

La legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb; RS 814.01), la legge federale sulla protezione delle acque (LPAc; RS 814.20) e l'ordinanza sui rifiuti (OPSR; RS 814.600) contengono le prescrizioni fondamentali per una gestione dei rifiuti edili rispettosa dell'ambiente.

2.2 Campo d'applicazione del modulo

Il presente documento disciplina lo smaltimento dei fanghi prodotti nel settore edile o derivanti da eventi naturali eccezionali (v. elenco sottostante).

Non sono trattati i temi relativi ai fanghi classificati come rifiuti speciali e ai fanghi provenienti da attività svolte all'interno o in prossimità di siti inquinati. Questa parte del modulo non si applica inoltre ai fanghi da depurazione, ai fanghi dei pozzetti e ai residui della pulizia stradale nonché agli altri fanghi il cui smaltimento è esplicitamente disciplinato nell'OPSR. In caso di sospetta presenza di sostanze nocive nelle costruzioni, si rimanda alla sezione «Determinazione delle sostanze nocive e piano di smaltimento dei rifiuti edili»[1].

Nel documento sono trattati i seguenti tipi di fanghi:

1. **fanghi di perforazione** derivanti da lavori eseguiti in particolare per l'installazione di sonde geotermiche, compresi i fanghi bentonitici privi di cemento;
2. **fanghi di calcestruzzo** generati durante la produzione (impianti di betonaggio fissi o mobili) e l'utilizzo (in cantiere) del calcestruzzo, nonché durante il processo di stabilizzazione del sottosuolo (mediante iniezione e spruzzo). Sono inclusi i fanghi di calcestruzzo contenenti bentonite e utilizzati nelle opere succitate;
3. **fanghi di sgombero e di drenaggio delle gallerie** prodotti durante la costruzione di opere sotterranee (fanghi derivanti dal trattamento dei materiali di scavo e di sgombero e dalle acque di drenaggio);
4. **fanghi di lavaggio** derivanti dal trattamento di materiali di scavo non inquinati destinati al riciclaggio;
5. **fanghi residui provenienti da impianti mobili di cantiere**, come impianti di lavaggio di ruote o bacini di decantazione per le acque di cantiere;
6. **Fanghi sedimentari** prodotti durante le operazioni di dragaggio di sedimenti lacustri in canali, porti, stagni ecc.;
7. **fanghi derivanti da eventi naturali eccezionali**, come frane, colate detritiche ecc.;
8. **fanghi derivanti dal lavaggio dei materiali minerali di demolizione** nell'ambito del loro riciclaggio.

Le vie di smaltimento indicate nel presente documento si applicano ai fanghi trasformati in torte di filtrazione o stabilizzati mediante legante.

[1] Determinazione delle sostanze nocive e piano di smaltimento dei rifiuti edili (UFAM 2020). Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR)

2.3 Definizioni

Tabella 1: Definizioni

Termine	Spiegazione
Fanghi edili	Miscela viscosa di solidi ottenuta per sedimentazione o centrifugazione di acque di cantiere. Fanghi grezzi, prima della filtrazione.
Torta di filtrazione	Residuo di fanghi grezzi disidratati, dopo trattamento meccanico mediante pressa o filtro a nastro.
Flocculanti	Sostanze aggiunte alle acque di cantiere per favorire la flocculazione e la decantazione delle particelle solide. Si tratta solitamente di polimeri che legano le particelle colloidali e formano grandi fiocchi che si depositano con una velocità di sedimentazione rilevante.
Additivi del calcestruzzo	Sostanze che influenzano le proprietà del calcestruzzo fresco e del calcestruzzo indurito attraverso un'azione chimica o fisica.
Sostanze nocive di origine geogena	Le sostanze nocive di origine geogena (metalli pesanti, amianto, idrocarburi ecc.) sono sostanze naturali presenti talvolta nei materiali di scavo o di sgombero che derivano dalla composizione minerale della roccia madre e non dall'attività umana.
Bentonite	Argilla con elevata capacità di rigonfiamento e ad alto contenuto di montmorillonite. In ingegneria civile la bentonite è utilizzata in particolare nei lavori di perforazione.
Cromo trivalente ed esavalente [Cr(III) e Cr(VI)]	Il cromo trivalente e il cromo esavalente sono diversi stati di ossidazione dell'elemento chimico cromo. Formano il cosiddetto «cromo totale» nella composizione di un materiale. Il cromo esavalente è solubile in acqua ed è un potente ossidante. È riconosciuto come tossico e cancerogeno. In particolare è presente nel cemento e si trasforma, mediante riduzione durante la presa del calcestruzzo, in cromo trivalente, che è innocuo per l'essere umano. Il contenuto di cromo esavalente nel calcestruzzo varia a seconda delle ricette e dei tempi di presa previsti.
Perforazione con martello fondo foro	Nella perforazione effettuata con martello fondo foro, l'utensile penetra nella roccia (sciolta o indurita) mediante un movimento combinato di rotazione e percussione.
Perforazione a rotazione	Nella perforazione a rotazione (rotary), l'utensile avanza nella roccia per abrasione e frantumazione del substrato, senza percussione, mediante la sola rotazione.
Jet grouting	Procedimento che consiste nell'iniettare o introdurre sospensioni di cemento ad alta pressione in fori preforati per formare pali di calcestruzzo verticali o orizzontali.

3 Aspetti generali

3.1 Proprietà fisiche dei fanghi

Le proprietà fisiche dei fanghi grezzi sono molto eterogenee e variano in base alla loro origine. Possono contenere dal 5 al 75 per cento di componenti solidi minerali (in massa) di diametro generalmente inferiore a 0,5 millimetri.

Questi fanghi hanno un comportamento tissotropico (liquefazione per agitazione, stato solido a riposo). Pertanto, un fango inizialmente compatto può essere nuovamente liquefatto tramite azione meccanica, il che può causare problemi di stabilità, soprattutto quando viene trasportato o depositato in discarica senza un processo di pressatura o di stabilizzazione.

3.2 Determinazione delle sostanze nocive prima dell'inizio dei lavori

Le sostanze nocive e le altre sostanze estranee potenzialmente contenute nei fanghi edili possono variare in base all'origine dei materiali ma anche al metodo di lavorazione o trattamento applicato. In genere si concentrano nelle frazioni fini e, al termine del processo di filtrazione, rimangono intrappolate nelle torte di filtrazione. Di conseguenza, queste ultime presentano generalmente un livello di inquinamento più elevato rispetto al materiale iniziale.

Le sostanze nocive e le altre sostanze estranee più frequenti nei fanghi edili sono le seguenti (elenco non esaustivo):

- flocculanti in eccesso;
- sostanze appartenenti al gruppo degli idrocarburi (idrocarburi alifatici C_{10}-C_{40} [$HC_{C10-C40}$], idrocarburi aromatici policiclici [PAH]);
- metalli con proprietà tossiche; cromo esavalente [Cr(VI)];
- carbonio organico totale (TOC400);
- sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS);
- residui di esplosivi.

Secondo l'OPSR, nella classificazione dei materiali di scavo e di sgombero non si deve tenere conto delle sostanze nocive di origine geogena. Tuttavia, il trattamento di questi materiali in funzione del loro riciclaggio (ad es. vagliatura, frantumazione) può portare a una concentrazione delle sostanze nocive nella frazione fine e, di conseguenza, nella torta di filtrazione.

Quando si prevede una concentrazione significativa di sostanze nocive critiche di origine geogena, come l'arsenico, si raccomanda di tenere conto di questo fattore nella scelta delle vie di smaltimento adeguate per i fanghi edili.

Nei cantieri ubicati all'interno o in prossimità di siti che sono stati precedentemente esposti a inquinamento (ad es. in caso di lavori in un sito contaminato), in particolare durante i lavori di perforazione, può capitare che si incontrino sostanze nocive insolite e impreviste. A seconda dei casi, potrebbero essere necessarie ulteriori indagini e deve essere definito un programma specifico di campionamento.

La gestione dei fanghi edili, indipendentemente dalla dimensione del cantiere, deve essere regolata in modo sistematico prima dell'inizio dei lavori, così come previsto per tutti gli altri rifiuti prodotti (v. art. 16 OPSR)[2]. Pertanto, eventuali indizi che i fanghi prodotti possano contenere sostanze nocive devono essere identificati prima dell'inizio dei lavori. In particolare, occorre valutare i seguenti aspetti:

- la natura dei lavori eseguiti (iniezione di calcestruzzo, numerosi veicoli da cantiere, impiego di additivi ecc.);
- la geologia (eventuale presenza di sostanze nocive di origine geogena);
- la presenza di siti possibilmente contaminati;

[2] Cfr. sezione «Determinazione delle sostanze nocive e piano di smaltimento dei rifiuti edili» del modulo «Rifiuti edili» dell'Aiuto all'esecuzione concernente l'OPSR.

- la modalità di dosaggio e il tipo di flocculante scelto;
- l'eventuale attuazione di misure per la limitazione delle sostanze nocive durante la pianificazione di lavori che producono fanghi.

3.3 Misure di limitazione dell'inquinamento

Per limitare l'inquinamento dei fanghi di cantiere devono essere attuate le seguenti misure:

- sorveglianza dello stato tecnico dei macchinari e delle infrastrutture edili (in particolare degli utensili di perforazione e degli impianti di betonaggio);
- utilizzo di oli e lubrificanti biodegradabili, laddove tecnicamente possibile;
- dosaggio preciso dei flocculanti durante il processo di decantazione. I flocculanti il cui impiego è conforme allo stato della tecnica non sono considerati inquinanti. Il contenuto di monomeri residui deve essere inferiore allo 0,1 per cento.

3.4 Riciclaggio dei fanghi edili

La maggior parte dei fanghi grezzi contiene quantità variabili di sabbie e ghiaie riciclabili. Questi materiali devono essere riciclati in base alle loro caratteristiche tecniche e al loro grado di contaminazione.

I fanghi edili vengono trasformati in fanghi grezzi, ad esempio tramite decantazione, sia direttamente sul sito del cantiere sia in un impianto di trattamento dei rifiuti. Successivamente vengono pressati e trasformati in torte di filtrazione. Di norma si impiegano flocculanti per accelerare la sedimentazione delle particelle solide e facilitare il processo di filtrazione. Il committente deve assicurarsi che la scelta del flocculante e il suo dosaggio corrispondano allo stato della tecnica e non comportino rischi per l'ambiente.

Le torte di filtrazione possono essere utilizzate conformemente all'allegato 4 OPSR, ad esempio per la fabbricazione di clinker di cemento. Questa via di smaltimento è particolarmente indicata quando i fanghi contengono un'elevata percentuale di composti organici.

I trattamenti e le vie di smaltimento specifiche per i diversi tipi di fanghi sono descritte nel capitolo 4.

3.5 Deposito in discarica

In generale, il deposito in discarica deve essere previsto solo quando non è possibile o ragionevole un riciclaggio conforme allo stato della tecnica.

Secondo l'articolo 25 capoverso 3 OPSR «I rifiuti liquidi […] non possono essere depositati in discarica» per ragioni tecniche e ambientali. La prova di caduta della sfera[3] si utilizza per determinare se i fanghi sono sufficientemente densi per essere depositati in discarica, mentre la norma SIA 203 «Discariche» regola gli aspetti tecnici (stabilizzazione, drenaggio ecc.). Pertanto, i fanghi grezzi devono essere disidratati (e in questo caso viene depositata solo la torta di filtrazione) o stabilizzati in loco mediante un legante naturale o industriale.

L'utilizzo di leganti è necessario in particolare per i fanghi con elevata composizione argilloso-limosa, anche durante la pressatura. Infatti, la loro elevata elasticità fa sì che siano difficilmente comprimibili e a volte la pressatura risulta insufficiente, impedendo così il raggiungimento dell'idoneità al deposito in discarica.

I fanghi non inquinati depositati in discariche di tipo A o riciclati per il riempimento di punti di prelievo di materiali possono essere stabilizzati unicamente con leganti naturali. La stabilizzazione con cemento è in questi casi vietata.

[3] UFAM, 2022: Méthodes de mesure dans le domaine des déchets et des sites pollués, une aide à l'exécution relative à l'OSites et l'OLED.

3.6 Frequenza delle analisi

Per semplificare l'esecuzione della sorveglianza della qualità dei materiali si raccomanda di attuare le seguenti misure nei siti di trattamento dei fanghi edili:

- se necessario, separazione delle diverse tipologie di fanghi in linee di trattamento specifiche (ad es. separazione dei fanghi da perforazioni effettuate con bentonite o additivi dai fanghi da perforazioni effettuate con acqua);
- analisi di controllo regolari, all'ingresso dei fanghi e all'uscita dei prodotti, di parametri determinati come rappresentativi ([$HC_{C10-C40}$], Cr[VI] ecc.).

Per le linee di trattamento utilizzate continuamente e con materie prime variabili, devono essere eseguite analisi di controllo a intervalli regolari (ad es. analisi bimestrali per materiali considerati a priori non inquinati). Per le linee di trattamento che operano in modo più irregolare, l'intervallo delle analisi deve essere definito in base al flusso di materiali e non in base al tempo.

Il primo lotto di trattamento deve essere analizzato in ogni caso. Successivamente, l'intervallo deve essere determinato in base alla valutazione del rischio (volumi di materiali consegnati, omogeneità del tipo o del grado di inquinamento ecc.). Deve essere garantito un campionamento rappresentativo[4]. Eventuali estensioni o accorciamenti degli intervalli possono essere concordati caso per caso con le autorità cantonali. Le prescrizioni relative all'analisi e alla loro frequenza possono essere specificate nel regolamento d'esercizio dell'impianto di trattamento dei rifiuti.

Durante le analisi di laboratorio, i campionamenti dovranno essere ripetuti in caso di cambiamenti litologici o di sospetto inquinamento antropico (sversamento accidentale di carburanti in cantiere, colore o odore insoliti ecc.). Le analisi effettuate saranno, all'occorrenza, progressivamente adeguate a seconda delle problematiche riscontrate.

Nel caso in cui le torte di filtrazione contengano sostanze per le quali non sono stati fissati valori limite nell'OPSR, l'autorità stabilisce la corretta via di smaltimento caso per caso conformemente alle prescrizioni della legislazione sulla protezione dell'ambiente e delle acque, con l'approvazione dell'UFAM (all. 3 n. 3 OPSR).

[4] UFAM 2019: Campionamento di rifiuti solidi. Un modulo dell'aiuto all'esecuzione concernente l'OPSR.

4 Trattamento e vie di smaltimento specifiche

Le possibilità di riciclaggio e di smaltimento presentate in questo capitolo si applicano ai casi standard. In caso di sospetta presenza di sostanze nocive particolari (incidente in cantiere, sostanze nocive di origine geogena, lavori in un sito contaminato ecc.), è necessario effettuare analisi di laboratorio per determinare il livello di contaminazione e le opportune vie di smaltimento dei fanghi.

Le indicazioni per lo smaltimento (riciclaggio e deposito in discarica) descritte di seguito rispettano i criteri della protezione dell'ambiente ma potrebbero non soddisfare i requisiti tecnici di chi ritira i rifiuti. In tal caso potrebbero rendersi necessarie analisi supplementari, in funzione della via di riciclaggio scelta.

4.1 Fanghi di perforazione

Questo capitolo si concentra sui fanghi provenienti dalle perforazioni eseguite mediante martello fondo foro e utensili rotanti (metodo rotary). Questi metodi sono utilizzati in particolare per l'installazione di scambiatori di calore.

I fanghi provenienti da perforazioni profonde o da perforazioni orizzontali vicine alla superficie in rocce sciolte devono essere esaminati caso per caso a causa della gamma più vasta di additivi possibili e delle loro diverse proprietà. Le vie di smaltimento devono essere stabilite d'intesa con l'autorità competente sulla base di un elenco esaustivo degli additivi utilizzati.

4.1.1 Sostanze nocive

I fanghi provenienti da perforazioni geotermiche convenzionali (sonde per abitazioni unifamiliari e impianti simili) possono contenere le seguenti sostanze nocive:

- idrocarburi alifatici C_{10}–C_{40}. Un esame dei dati delle analisi ha mostrato che le concentrazioni misurate sono solitamente inferiori al valore limite di 500 mg/kg fissato dall'OPSR per il deposito in discarica di tipo B;
- flocculanti in eccesso;
- carbone organico totale (TOC), quando si utilizzano lubrificanti a base di cellulosa o si perforano formazioni ricche di materia organica (torba, sedimenti lacustri ecc.).

4.1.2 Riciclaggio e smaltimento

I fanghi di perforazione non possono essere sparsi su superfici agricole (direttamente o dopo miscelazione con concimi di fattoria) né immessi nei corsi d'acqua o nelle acque di scarico.

Senza analisi, i fanghi di perforazione possono essere riciclati nelle opere di costruzione relative a discariche (all. 2 OPSR) o depositati in discariche di tipo B (all. 5 n. 2.3 OPSR).

Il riciclaggio per la fabbricazione di cemento e calcestruzzo in conformità con l'allegato 4 OPSR può avvenire solo a condizione di controllare almeno i tenori di idrocarburi alifatici $C_{10\text{-}40}$ e di qualsiasi altra eventuale sostanza nociva specifica. Il deposito di fanghi di perforazione in discariche di tipo A è consentito alle medesime condizioni[5], con specifica autorizzazione delle autorità cantonali.

4.2 Fanghi di calcestruzzo

I fanghi di calcestruzzo sono il risultato di lavori di stabilizzazione (calcestruzzo spruzzato, jet grouting ecc.) o della produzione di grandi quantità di calcestruzzo in loco (impianto di betonaggio).

Per gli interventi di stabilizzazione (palificazioni, ancoraggi, jet grouting ecc.), la percentuale di riflusso è molto variabile. Nel caso di interventi di consolidamento verticale del terreno essa corrisponde al 10-

[5] Rispetto dei valori limite fissati nell'allegato 3 n. 1 OPSR per gli idrocarburi alifatici C_{10}-C_{40} e qualsiasi altra sostanza nociva critica di cui si sospetti la presenza.

15 per cento della soluzione iniettata. In caso di applicazione di calcestruzzo spruzzato (ad es. nell'avanzamento in galleria) la percentuale può moltiplicarsi.

4.2.1 Sostanze nocive

I fanghi di calcestruzzo contengono tutti cromo esavalente (cromato) a causa dell'uso di cemento. Mentre nel calcestruzzo standard o iniettato il tenore di cemento può rappresentare dal 5 al 20 per cento della massa, esso può arrivare al 50 per cento per i calcestruzzi spruzzati. Inoltre, il breve tempo di presa di questi calcestruzzi limita la riduzione del cromo esavalente in cromo trivalente. Di conseguenza, i fanghi di calcestruzzo possono presentare elevati tenori residui di cromo esavalente.

A seconda dei tipi di lavori eseguiti e delle ricette di calcestruzzo utilizzate, nei fanghi di calcestruzzo possono essere presenti altre sostanze nocive, come ad esempio idrocarburi. In questo caso è necessario effettuare una valutazione specifica delle vie di smaltimento.

4.2.2 Riciclaggio e smaltimento

I fanghi di calcestruzzo generalmente non vengono pressati ma lasciati solidificare all'aperto.

I fanghi di calcestruzzo devono essere riciclati:

- in forma non solidificata: ritorno nell'impianto di betonaggio del cantiere;
- in forma solidificata: a) come granulato di calcestruzzo o nella fabbricazione di farina cruda in cementificio (all. 4 OPSR), oppure b) nelle opere di costruzione relative a discariche (all. 2 OPSR).

Se il riciclaggio non è possibile e a condizione che si siano solidificati, i fanghi possono essere depositati in discariche di tipo B (all. 5 n. 2.1 lett. g OPSR).

Non è consentito il riciclaggio dei fanghi di calcestruzzo in forma non legata.

4.3 Fanghi di sgombero e di drenaggio delle gallerie

I fanghi prodotti in questo contesto e trattati in questa sede sono i seguenti:

- *fanghi provenienti dal trattamento delle acque di galleria (fanghi TWA[6]):*

  fanghi filtropressati prodotti negli impianti di trattamento delle acque di galleria, in cui generalmente è trattato un sistema misto di acque sotterranee non inquinate e di fanghi edili;

- *fanghi provenienti dal trattamento dei materiali (fanghi MAB[7]):*

  fanghi provenienti dal trattamento dei materiali di scavo che vengono lavati, frantumati e selezionati per essere utilizzati come materia prima per la produzione di materiali da costruzione.

Le tecniche di avanzamento qui trattate sono le seguenti:

- avanzamento per abrasione, mediante una fresa meccanica a piena sezione;
- avanzamento per brillamento, mediante l'uso di esplosivi. Gli esplosivi possono essere utilizzati in parallelo all'avanzamento con fresa meccanica per scavare nicchie, gallerie trasversali ecc.

4.3.1 Sostanze nocive e vie di smaltimento

I fanghi provenienti dai lavori di scavo possono contenere le seguenti sostanze nocive:

- composti azotati[8] derivanti dall'uso di esplosivi;

[6] Fanghi TWA: acronimo derivante dal tedesco «Gepresste Schlämme aus der Tunnelwasseraufbereitungsanlage (TWA-Schlämme)».

[7] Fanghi MAB: acronimo derivante dal tedesco «Gepresste Schlämme aus der Materialsaufbereitungsanlage (MAB-Schlämme)».

[8] Nitriti (NO_{2-}); nitrati (NO_{3-}); ammonio (NH_{4+}). Misurazione effettuata eseguendo per 24 ore un test di eluizione secondo l'OPSR.

- cromo esavalente derivante dal calcestruzzo spruzzato;
- idrocarburi alifatici C_{10-40} derivanti da lubrificanti, carburanti, additivi e oli meccanici utilizzati in cantiere;
- additivi (flocculanti o fluidificanti, tensioattivi, ecc.).

Le sostanze nocive presenti nei fanghi di galleria variano a seconda del tipo (fanghi TWA o MAB) e del metodo di scavo. Le vie di smaltimento sono determinate in base ai valori limite fissati nell'OPSR.

4.4 Fanghi di lavaggio dei materiali di scavo non inquinati

Durante la preparazione dei materiali di scavo non inquinati destinati al riciclaggio si producono fanghi.

4.4.1 Sostanze nocive

Questo capitolo tratta materiali per i quali non sussiste alcun sospetto di contaminazione.

4.4.2 Riciclaggio e smaltimento

I materiali di scavo non inquinati (art. 19 cpv. 1 OPSR) per i quali non sussiste sospetto di contaminazione possono essere riciclati come tali senza analisi[9]. Anche i fanghi derivanti dal riciclaggio di questi materiali possono essere considerati non inquinati senza ulteriori analisi e in assenza di sospetta contaminazione. Se il riciclaggio non è possibile, possono essere depositati in discariche di tipo A (all. 5 n. 1 lett. b OPSR).

4.5 Fanghi derivanti dal trattamento delle acque di cantiere in impianto mobile

Questo capitolo concerne tutti i fanghi derivanti dalla decantazione delle acque di cantiere, compresi quelli provenienti dagli impianti di lavaggio di ruote.

4.5.1 Sostanze nocive

Le seguenti sostanze nocive possono essere presenti nei fanghi residui derivanti dal trattamento delle acque di cantiere:

- flocculanti in eccesso;
- sostanze nocive nella costruzione come metalli pesanti, amianto e idrocarburi aromatici policiclici (PAH);
- cromo esavalente proveniente dalla fabbricazione del calcestruzzo;
- idrocarburi alifatici C_{10-40} derivanti da lubrificanti, carburanti, additivi e oli meccanici utilizzati in cantiere.

4.5.2 Riciclaggio e smaltimento

La composizione delle torte di filtrazione derivanti dai fanghi di decantazione nei cantieri dipende dal tipo dei lavori eseguiti. In caso di interventi di demolizione che comportano la presenza di sostanze nocive provenienti dalla costruzione, le vie di smaltimento appropriate devono essere definite caso per caso.

I residui o le torte di filtrazione devono essere sottoposti ad analisi alla ricerca di idrocarburi alifatici C_{10-40} e smaltiti conformemente all'OPSR, in base ai risultati. Senza analisi, devono essere depositati in discariche di tipo E.

[9] Cfr. anche: Riciclaggio di materiale di scavo e di sgombero. Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'OPSR (UFAM 2021).

4.6 Fanghi derivanti da eventi naturali eccezionali

Nella gestione delle conseguenze di eventi naturali estremi (inondazioni, frane, colate detritiche ecc.), è necessario evacuare ingenti volumi di fanghi. In questo contesto, le opzioni sono le seguenti:

a. evento verificatosi al di fuori delle aree edificate: i fanghi possono essere generalmente considerati non contaminati e smaltiti come tali;
b. evento che ha causato la distruzione di costruzioni:
   i) rifiuti minerali: riciclaggio nelle opere di costruzione relative a discariche (all. 2 OPSR) o deposito in discariche di tipo B,
   ii) rifiuti misti o presenza di sostanze nocive: deposito in discariche di tipo E ai sensi dell'allegato 5 numero 5.1 lettera b OPSR.

4.7 Fanghi derivanti dal lavaggio dei materiali minerali di demolizione

I fanghi derivanti dal trattamento a umido dei materiali di demolizione ai fini del riciclaggio possono contenere un'ampia varietà di sostanze nocive. Le vie di smaltimento sono descritte nel capitolo 4.4 della parte «Riciclaggio dei materiali minerali di demolizione» del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'OPSR.

4.8 Fanghi sedimentari

Il dragaggio di stagni, strutture portuali, canali di navigazione e dighe produce ingenti volumi di sedimenti acquatici (fanghi sedimentari), che possono presentare diversi livelli di contaminazione.

4.8.1 Sostanze nocive

I fanghi sedimentari possono presentare elevate concentrazioni di sostanze nocive come metalli pesanti, idrocarburi alifatici C_{10-40}, PAH, PCB, composti organostannici (provenienti dalle vernici delle navi), prodotti fitosanitari, residui di farmaci e materiali estranei come plastica, vetro e metallo. Queste sostanze nocive o estranee provengono, ad esempio, dall'industria, dall'agricoltura, dalla navigazione, dagli impianti di trattamento delle acque di scarico o dalla circolazione stradale.

4.8.2 Riciclaggio e smaltimento

Il riutilizzo agricolo dei fanghi sedimentari è raramente opportuno a causa delle caratteristiche tecniche e qualitative del materiale. Un eventuale effetto benefico sui terreni agricoli deve essere dimostrato mediante un fascicolo completo da presentare all'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG), che, dopo la valutazione, potrà concedere o rifiutare la relativa autorizzazione.

Se il riciclaggio non è possibile, i fanghi sedimentari devono essere smaltiti (con o senza pretrattamento in un impianto di lavaggio del suolo) conformemente all'OPSR. Il programma delle analisi viene stabilito caso per caso in coordinamento con le autorità cantonali competenti.

4.9 Sintesi

Secondo il principio di un'economia circolare efficace, il riciclaggio dei rifiuti è sempre preferibile al loro deposito in discarica. La tabella 2 riassume i principi esposti nei capitoli precedenti.

Tabella 2

Cap.	Tipo di fango (torta di filtrazione o forma solidificata)	Condizioni ed ev. analisi raccomandate[1)]	Vie di smaltimento[2)]				
			1	2	3	4	A seconda del caso
4.1	Fanghi di perforazione Codice OLTRif: 01 05 04, 01 05 05	Analisi: $HC_{C10-C40}$	(x)	**x**	x	x	x
		-			**x**	x	
4.2	Fanghi di calcestruzzo derivanti da lavori di stabilizzazione Codice OLTRif: 10 13 14	Non è consentito il riciclaggio dei fanghi di calcestruzzo in forma non legata.		**x**	x	x	
4.3	Fanghi di sgombero e di drenaggio in galleria Codice OLTRif: 19 02 05, 19 02 06	Analisi: Cr(VI), $HC_{C10-C40}$; se avanzamento con esplosivi: + composti azotati					**x**
4.4	Fanghi di lavaggio di materiali di scavo e di sgombero non inquinati (comprese cave di pietra e di ghiaia) Codice OLTRif: 01 04 12	-	**x**	x	x	x	
4.5	Fanghi derivanti dal trattamento delle acque di cantiere in impianto mobile (compresi impianti di lavaggio di ruote). Codice OLTRif: 19 02 06	Analisi: $HC_{C10-C40}$			**x**	x	
		-				**x**	
4.7	Fanghi derivanti da eventi naturali eccezionali	Evento verificatosi al di fuori delle aree edificate Codice OLTRif: 17 05 06	**x**	x	x	x	
		Evento che ha causato la distruzione di edifici o strutture (rifiuti minerali) Codice OLTRif: 17 05 97, 17 05 94			**x**	x	
		Evento che ha causato la distruzione di costruzioni (rifiuti misti o presenza di sostanze nocive) Codice OLTRif: 17 05 91, 17 05 05				**x**	x
4.8	Fanghi derivanti dal lavaggio dei materiali minerali di demolizione Codice OLTRif: 19 02 06	Confronta capitolo 4.4 «Riciclaggio dei materiali minerali di demolizione» del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'OPSR.					**x**
4.9	Fanghi sedimentari Codice OLTRif: 19 02 05, 19 02 06	Programma di analisi da stabilire da parte delle autorità cantonali e smaltimento ai sensi dell'OPSR. Eventuale riutilizzo agricolo su autorizzazione dell'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG).					**x**

1) In assenza di qualsiasi sospetto della presenza di altre sostanze nocive (additivi, secondo il tipo di attività industriale, sito contaminato ecc.)

2) 1: Riciclaggio come materiale non inquinato o deposito in discariche di tipo A.
2: Riciclaggio come granulato di calcestruzzo o nella fabbricazione di farina cruda in cementificio (all. 4 OPSR) o nelle opere di costruzione relative a discariche (all. 2 e 5 n. 2.3 OPSR). Le analisi devono dimostrare il rispetto dei valori limite fissati nell'allegato 3 numero 2 OPSR.
3: Riciclaggio nelle opere di costruzione relative a discariche (all. 2 e 5 n. 2.3 OPSR) o deposito in discariche di tipo B.
4: Deposito in discariche di tipo E (all. 5 n. 5 OPSR)
(x): Via di smaltimento su autorizzazione delle autorità cantonali competenti.
x: Vie di smaltimento raccomandate a condizione che i requisiti siano rispettati.
Nota: nel caso in cui si effettuino analisi, le vie di smaltimento indicate devono essere determinate in base ai risultati e in conformità con l'OPSR.

Bibliografia

[1] UFAM 2001: «Recommandation pour l'élimination des matériaux d'excavation et déblais altérés par des floculants».

[2] Norma SIA 431 «Evacuazione e trattamento delle acque di cantiere».

[3] UFAM 2004: «Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee»

[4] UFAM 2017: «Danger à long terme des sites pollués aux hydrocarbures lourds (HAP) : Etat des connaissances et recommandations». Bureau eOde, Neuchâtel.

[5] Centre pour le Génie Forestier 2016: «Argiles, limons et stabilisation des sols». Bureau CEFOR, Lyss.

[6] DGE-Vaud 2006: «Eaux souterraines issues de forages géothermiques – Principes de protection des eaux et d'élimination des boues»

[7] Office des eaux et des déchets du canton de Berne 2018 «Conditions générales, charges et indications pour la réalisation et l'exploitation d'installations avec sondes géothermiques»

[8] Rivista dell'ASIC «INFO», nov. 2017, p. 13 «Boues de lavage du gravier : déchet ou matériau avec du potentiel ?»

[9] UFAM 2014: «Kurzbericht UMTEC: Feldversuche vs. Kugelfalltest». UMTEC, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik, Rapperswil.

[10] UFAM 2013: «Abklärung zum Inventar an umweltrelevanten Schlämmen in der Schweiz». UMTEC, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik, Rapperswil.

[11] QuAntuM - Forschung im Strassenwesen des UVEK, Projekt Nr. AGT 2017/001, documento di lavoro, stato: maggio 2020.

[12] Schlammkonditionierung. Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC), 12.07.2017

[13] Chemsuisse 2017: Cementi e prodotti contenenti cemento – Informazioni sul diritto dei prodotti chimici. Foglio informativo D09.

[14] BETONSUISSE 2018. Fabrication du béton: traiter les boues contenant du chrome en respectant l'environnement.

[15] UFE 2012: Utilisation de la géothermie profonde pour le chauffage de grands bâtiments avec des pompes à chaleur à très hautes performances.

[16] UFAM 2020: Mischabbruchverwertung in der Schweiz. Energie- und Ressourcen-Management GmbH, Freienbach.

[17] UFAM 2014: Élimination des boues de l'industrie de la construction. Remarques pour la pratique. GEO Partner AG, Zürich.

[18] UFAM 2021: Riciclaggio di materiale di scavo e di sgombero. Parte del modulo «Rifiuti edili» dell'aiuto all'esecuzione concernente l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR).