



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Ufficio federale delle strade USTRA**

**DIRETTIVA**

# **TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI SCARICO DELLE STRADE NAZIONALI**

---

*Edizione 2023 V1.31  
ASTRA 18005*

## Colophon

### Autori

Trocmé Maillard Marguerite	USTRA N-SSI, presidenza
Brodmann René	Holinger AG, Liestal
Gutmann Martin	SWR, Zurigo
Boivin Pascal	Hepia, Ginevra
Kaufmann Peter	Illustrazioni: Aquawet, Berna

### Gruppo di lavoro (2013/2023)

Havlicek Elena	UFAM, sezione Suolo
Fischer Patrick	UFAM, sezione Qualità delle acque superficiali
Meylan Benjamin	UFAM, sezione Protezione delle acque sotterranee
Ochsenbein Ueli	Cantone di Berna, Protezione delle acque e gestione dei rifiuti
Scheiwiller Elmar	Cantone di Berna, Gestione delle strade nazionali
Mennel Eric	Canton di Friburgo, Protezione delle acque
Eugster Michael	Cantone di San Gallo, Acque di scarico e qualità dell'acqua
Gschwend Walter	Cantone di San Gallo, Acque di scarico e qualità dell'acqua
Krismer Christian	Cantone di Zurigo, Manutenzione delle strade nazionali
Paul Burch	USTRA Zofingen, tecnico Pianificazione manutentiva

### Assistenza

Clément Elisabeth	ARE, Piano settoriale delle superfici per l'avvicendamento delle colture
Gogniat Bernard	USTRA N-SSI
Gloor Adrian	USTRA I-ES
Würmli Sabine	USTRA N-SSI
Vogt Benoît	USTRA I-B
Hasler Stefan	AWA, Berna
Sieber Ueli	UFAM, Protezione delle acque
Frei Felix	Cantone di Argovia, Depurazione delle acque stradali
Rudin Max	Cantone di Berna, Protezione dell'ambiente
Lang Thomas	Cantone di Basilea Campagna, Drenaggio delle acque urbane
Chardonens Marc	Cantone di Friburgo, Ambiente
Göbbels Dirk	Cantone di Zurigo, Ufficio del genio civile
Häusermann Hans	Canton di Zurigo, Protezione delle acque
Zuber Claudia	DATEC, Servizio giuridico
Michele Steiner	VSS NFK 2.7, Zurigo
Battaglia Reto	VSA, Zurigo

### Lingua originale

Tedesco

### Traduzione

Servizio linguistico USTRA, fa fede l'originale tedesco.

### A cura di

Ufficio federale delle strade USTRA  
Divisione Reti stradali N  
Standard e sicurezza infrastrutture SSI  
3003 Berna

### Ordinazione

Il documento può essere scaricato gratuitamente dal sito [www.ustra.admin.ch](http://www.ustra.admin.ch)

© USTRA 2023

Riproduzione consentita, salvo a fini commerciali, con citazione della fonte.

## Prefazione

L'acqua che defluisce dalle strade intensamente trafficate è inquinata da residui derivanti dall'abrasione di freni, carreggiata e, soprattutto, pneumatici: un accurato smaltimento è indispensabile per evitare che i metalli pesanti e le microplastiche in essa contenuti finiscano nei corsi d'acqua. Laddove il tracciato lo consenta, la soluzione migliore in termini di sostenibilità ambientale, pianificazione territoriale ed economicità è rappresentata dal drenaggio con infiltrazione nella scarpata. Se tale strategia non è attuabile, occorre predisporre appositi impianti di trattamento delle acque reflue stradali denominati SABA (acronimo tedesco di «Strassenabwasser-Behandlungsanlage»). I suddetti sistemi sono spesso collocati al di fuori del tracciato ed entrano sempre più in conflitto con altri interessi, quali la tutela dei terreni adibiti a coltura (con particolare riguardo all'avvicendamento delle coltivazioni) e la salvaguardia del patrimonio boschivo, naturale e paesaggistico. Risulta pertanto sempre più difficile reperire siti di ubicazione dalle caratteristiche ideali: il presente documento intende illustrare il processo pianificatorio ottimale.

Sulla base della direttiva VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (gestione delle acque di scarico in caso di precipitazioni piovose), modulo B [39], vengono descritti in dettaglio i requisiti per l'infiltrazione e il trattamento delle acque reflue stradali. Occorre tenere presente quanto segue:

- Gli standard di depurazione si differenziano a seconda della tipologia idrica.
- Le proprietà del suolo sono ridefinite in base allo stato delle conoscenze in materia.
- La pianificazione del trattamento delle acque di scarico stradali deve prevedere soluzioni di lungo periodo che garantiscano un funzionamento di agevole organizzazione, un fabbisogno manutentivo ridotto nonché un servizio duraturo.
- È necessario prediligere soluzioni che permettano di risparmiare spazio.
- Per assicurare l'efficienza energetica richiesta, occorre ridurre al minimo i consumi legati agli impianti.

La versione rielaborata della presente direttiva, la cui prima pubblicazione risale al 2013, illustra le procedure odiernamente note sulla base dell'aggiornamento 2021 della Documentazione ASTRA 88002 «Strassenabwasserbehandlung: Stand der Technik» (stato dell'arte in materia di trattamento delle acque di scarico stradali) [18].

### Ufficio federale delle strade

Dr. Jürg Röthlisberger  
Direttore



# Indice

	<b>Colophon.....</b>	<b>2</b>
	<b>Prefazione .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>7</b>
1.1	Scopo della direttiva .....	7
1.2	Campo di applicazione .....	7
1.3	Destinatari .....	7
1.4	Entrata in vigore e aggiornamenti .....	7
<b>2</b>	<b>Considerazioni generali.....</b>	<b>8</b>
2.1	Drenaggio stradale .....	8
2.2	Ritenzione .....	10
2.3	Carico inquinante .....	10
<b>3</b>	<b>Requisiti di ritenzione, trattamento e infiltrazione delle acque di scarico .....</b>	<b>13</b>
3.1	Determinazione del grado di efficienza .....	13
3.2	Requisiti di ritenzione .....	14
3.3	Requisiti per l'infiltrazione e il trattamento delle acque di scarico.....	15
3.4	Controllo dei requisiti .....	18
<b>4</b>	<b>Scelta del tipo di drenaggio e trattamento .....</b>	<b>20</b>
4.1	Processo decisionale .....	20
4.2	Raccolta delle informazioni di base .....	20
4.3	Analisi delle specifiche di progetto .....	21
4.4	Funzione degli impianti .....	28
4.5	Procedure di infiltrazione e trattamento a confronto .....	29
4.6	Combinazione delle tipologie di smaltimento .....	34
4.7	Scelta della procedura .....	35
<b>5</b>	<b>Verifica della proporzionalità .....</b>	<b>36</b>
5.1	Analisi costi/benefici .....	36
5.2	Indicatori di beneficio .....	36
5.3	Costi .....	37
5.4	Ripercussioni negative sull'ambiente .....	38
5.5	Valutazione a punti.....	38
5.6	Valutazione di proporzionalità .....	38
<b>6</b>	<b>Progettazione suddivisa per fasi .....</b>	<b>40</b>
6.1	Responsabilità nelle procedure di approvazione .....	40
6.2	Costruzione e sistemazione/potenziamento .....	41
6.3	Manutenzione (UplaNS).....	42
<b>7</b>	<b>Manutenzione ordinaria .....</b>	<b>45</b>
7.1	Sfere di competenza .....	45
7.2	Contenuti del manuale di esercizio e manutenzione, planimetrie di emergenza.....	45
7.3	Smaltimento .....	46
	<b>Allegati .....</b>	<b>49</b>
	<b>Glossario/Acronimi .....</b>	<b>77</b>
	<b>Riferimenti normativi e bibliografici.....</b>	<b>85</b>
	<b>Cronologia redazionale .....</b>	<b>89</b>



# 1 Introduzione

## 1.1 Scopo della direttiva

Il presente documento definisce i requisiti per lo smaltimento delle acque di scarico stradali alla luce delle disposizioni di legge e delle specificità locali, precisando d'intesa con l'UFAM le indicazioni della direttiva VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» [39]. In questa sede si dettagliano gli standard di ritenzione, trattamento e infiltrazione delle acque reflue nonché le procedure per la valutazione di proporzionalità, con l'obiettivo di promuovere una prassi uniforme.

La direttiva tratta i processi decisionali di rilievo, stabilisce le modalità di selezione della tipologia ottimale di drenaggio in relazione al trattamento specifico, illustra le fasi salienti di progettazione e fornisce informazioni su funzionamento e manutenzione degli impianti necessari.

## 1.2 Campo di applicazione

Il documento si applica alla pianificazione e realizzazione di nuovi sistemi di drenaggio e trattamento delle acque inquinate, nonché al rinnovo di impianti preesistenti lungo la rete viaria nazionale.

A fini di semplificazione, l'espressione «trattamento delle acque di scarico stradali» designa le misure di depurazione finalizzate all'infiltrazione in conformità alla legge o all'immissione nelle acque superficiali.

Il documento è parte integrante degli standard in vigore per la costruzione e manutenzione delle strade nazionali.

Per la collocazione della direttiva all'interno della legislazione e rispetto alle pubblicazioni vigenti, vale quanto riportato nella figura B1 riportata in VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» [39] (vedi anche l'allegato «Collocazione legislativa della direttiva»).

## 1.3 Destinatari

La direttiva si rivolge all'ente titolare e alle autorità esecutive in ambito di strade nazionali (USTRA e Cantoni nel quadro del completamento della rete delle strade nazionali approvata), agli ingegneri progettisti e ad altri organismi preposti alla costruzione, manutenzione e gestione delle autostrade svizzere.

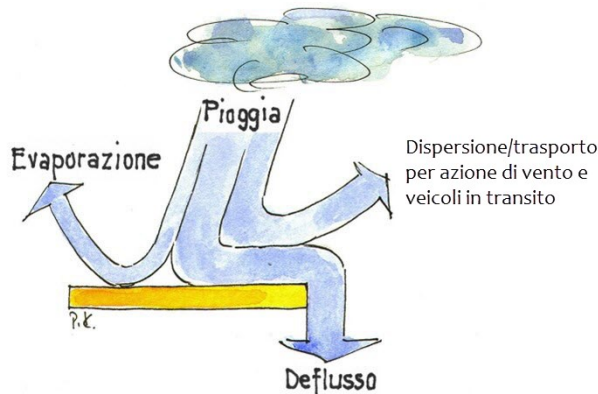
## 1.4 Entrata in vigore e aggiornamenti

La presente direttiva entra in vigore in data 20.06.2013. La cronologia redazionale è riportata a pagina 89.

## 2 Considerazioni generali

### 2.1 Drenaggio stradale

In ottica di sicurezza stradale è necessario che l'acqua piovana defluisca quanto più rapidamente possibile dalle corsie di marcia, motivo per cui le strade necessitano di sistemi di drenaggio perfettamente funzionanti.



*Fig. 2.1 Evaporazione, dispersione e trasporto della pioggia per azione del vento e dei veicoli in transito.*

Lungo le strade, solo una parte dell'acqua piovana defluisce nel sistema drenante: la quantità restante evapora, viene dispersa o trasportata altrove da vento e veicoli.

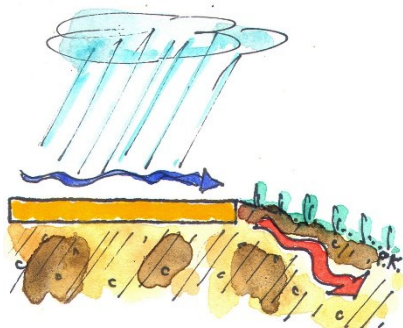
Nella presente direttiva sarà presa in considerazione solo l'acqua piovana che defluisce lungo la banchina o che viene raccolta e incanalata.

Per il drenaggio delle acque di scarico stradali vige il seguente ordine di priorità:

1. infiltrazione;
2. immissione in un bacino;
3. immissione nell'impianto di depurazione (IDA) attraverso i canali della rete fognaria pubblica.

Esistono sostanzialmente due diversi tipi di drenaggio:

#### 2.1.1 Drenaggio in banchina



*Fig. 2.2 Infiltrazione decentralizzata nella scarpata con terreno vegetato.*

L'acqua di scarico defluisce verso il bordo della carreggiata. Da qui scorre lungo la banchina e si infiltra nel sottosuolo attraverso lo strato di suolo filtrante e ricoperto di vegetazione (fig. 2.2). L'infiltrazione nella scarpata rappresenta la soluzione migliore in ottica di protezione delle acque, in quanto lo strato di suolo garantisce un'adeguata ritenzione degli agenti inquinanti (cfr. punto 3.3.1).



### 2.1.2 Raccolta e scarico per l'infiltrazione/immissione nelle acque superficiali

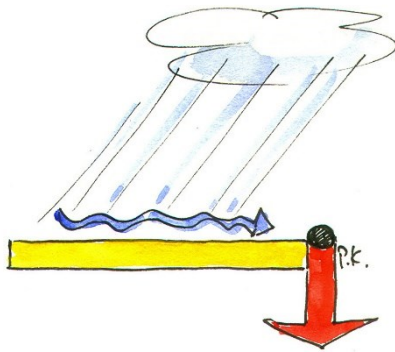


Fig. 2.3 Scarico per trattamento centralizzato o infiltrazione.

Le acque di scarico defluiscono verso il bordo della carreggiata e da qui vengono convogliate in una canalizzazione o in un canale di scolo (vedi fig. 2.3) per l'accumulo in un luogo idoneo al trattamento, con successiva infiltrazione o immissione nelle acque superficiali.

In linea di principio, i sistemi di drenaggio delle vie di comunicazione devono essere collegati alla rete pubblica a fognatura mista solo qualora le altre tipologie di non risultino realizzabili, consentite o proporzionate alla situazione. Per alcuni tratti delle strade nazionali, il collegamento alla rete fognaria pubblica con trattamento mediante IDA (passaggio in bacino di ritenzione, di avaria e di accumulo) può risultare opportuno in considerazione di fattori economici.

Le due strategie di drenaggio, ossia l'infiltrazione nella scarpata e l'immissione in canalizzazione, possono anche essere associate: questa combinazione presenta particolari vantaggi in assenza di spazio sufficiente per la completa infiltrazione del deflusso.

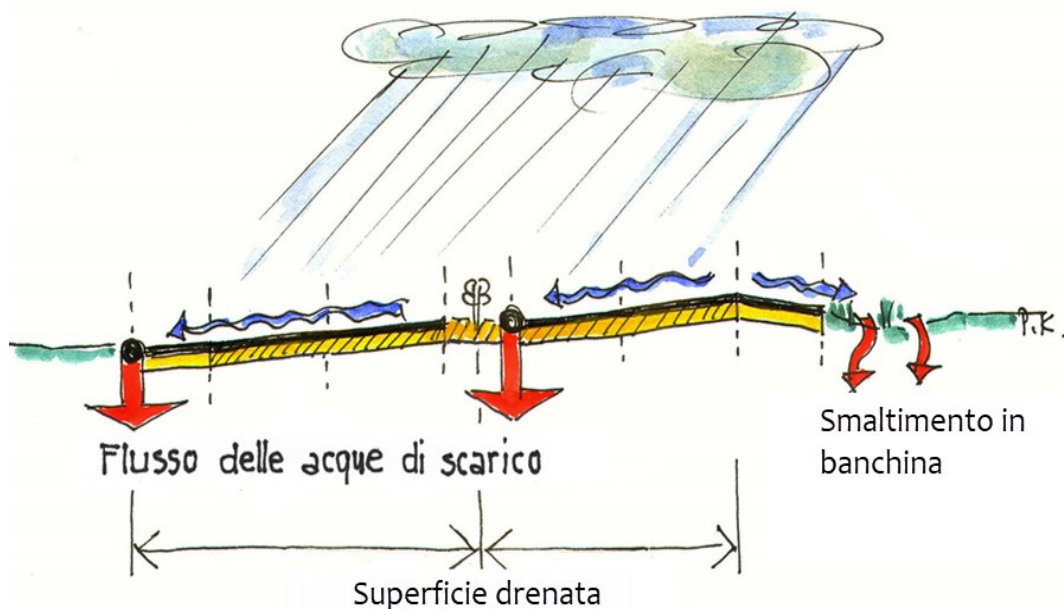


Fig. 2.4 Una parte dell'acqua piovana proveniente da un'autostrada a 4 corsie viene raccolta e convogliata. La quantità residua è smaltita in banchina per infiltrazione.

## 2.2 Ritenzione

Le misure finalizzate alla ritenzione hanno fondamentalmente i seguenti scopi:

- Le acque stradali defluiscono trasversalmente alla carreggiata verso il **bordo della strada**, dove vengono raccolte e convogliate. Limitando la capacità di deflusso del canale di scarico, in caso di violente precipitazioni le acque reflue ristagnano fino a raggiungere la corsia di emergenza (cfr. norma VSS 40 356 [24]). Tale ritenzione è funzionale al dimensionamento economico dei sistemi di drenaggio.
- La ritenzione delle acque di scarico prima dell'immissione nelle acque superficiali di un **piccolo ricettore** è utile in caso di notevoli volumi di afflusso, onde evitare danni agli argini. In uno scenario caratterizzato da bassi livelli idrometrici e un forte afflusso proveniente dalla strada, l'intervento riduce al minimo il carico idraulico su flora e fauna e protegge le acque superficiali.
- La ritenzione di **liquidi inquinanti** in appositi bacini è funzionale alla protezione delle acque superficiali e sotterranee.
- La ritenzione delle acque stradali prima del **trattamento** o dell'**infiltrazione** è necessaria, poiché capacità drenante e portata dei materiali o degli strati filtranti presentano un limite definito. Se il flusso supera tale soglia, le acque stradali si accumulano a monte nei bacini di ritenzione.

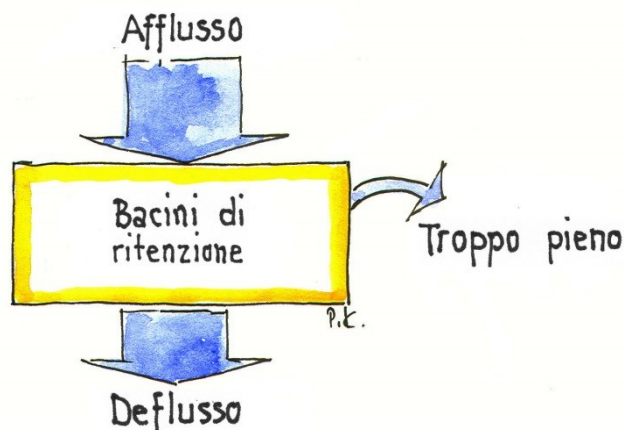


Fig. 2.5 Afflusso e deflusso di un bacino di ritenzione.

Ai fini del dimensionamento del sistema drenante nonché degli impianti di ritenzione e trattamento è vincolante la superficie stradale a essi adiacente.

## 2.3 Carico inquinante

Nelle acque provenienti dalle strade molto trafficate sono presenti metalli pesanti e inquinanti organici, come gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e i microinquinanti. Le sostanze inquinanti derivano dall'abrasione dei freni (rame, antimonio e altri metalli pesanti), dall'usura degli pneumatici (zinco, cadmio, IPA, anilina ecc.), dai gas di combustione (IPA, particolato), dall'abrasione della carreggiata e dalle cadute accidentali di materiale dai veicoli. La maggior parte del carico di inquinanti nelle acque stradali si presenta sotto forma di particolato (sostanze totali non disciolte – SS) (cfr. anche norma VSS 40 347, «Strassenentwässerung; Belastung des Strassenabwassers»[25]).

Il carico di inquinanti è determinato in base a volumi di traffico, velocità dei veicoli, pendenza longitudinale della strada e opere disposte ai lati della carreggiata. La classificazione avviene in base ai punti di carico indicati nella direttiva VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (vedi punto 3.2, tabella B8, [39]): le acque di scarico sono considerate inquinate a partire da un traffico giornaliero medio (TGM) di oltre 5000 veicoli e altamente inquinate con TGM superiore a 14 000 veicoli.

Classificazione	Totale del punteggio	Classe di inquinamento
Il numero dei punti di inquinamento stradale viene così suddiviso nelle classi di inquinamento:	< 5 punti	debole
	5 – 14 punti	medio
	> 14 punti	elevato
<b>Inquinamento delle acque di scarico meteoriche delle superfici stradali</b>		
È così composto	Inquinamento base + $\sum$ (criteri PI)	Punti d'inquinamento [PI]
<b>1. Inquinamento base</b>	<b>Punti d'inquinamento [PI]</b>	<b>Osservazioni</b>
Frequenza della circolazione	Inquinamento base = TGM/1000	per l'orizzonte di pianificazione TGM (= traffico giornaliero medio)
<b>2. Criteri</b>	<b>Punti d'inquinamento [PI]</b>	<b>Osservazioni</b>
Percentuale di traffico pesante	1 per percentuale 4–8 % 2 per percentuale >8 %	per l'orizzonte di pianificazione
Pendenza	1, se pendenza >8 %	per l'orizzonte di pianificazione
Tratto di strada in centro abitato	1	
Pulizia stradale	Detrazione del numero di pulizie meccaniche al mese	

Fig. 2.6 Valutazione del carico inquinante dell'acqua meteorica proveniente dalle superfici stradali. Fonte: direttiva VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter», modulo B [39]

Le strutture con sviluppo longitudinale, come le pareti antirumore o le trincee, influiscono sull'effetto di spostamento d'aria verso l'esterno e, di conseguenza, la quantità di inquinanti accumulati nello spazio stradale aumenta.

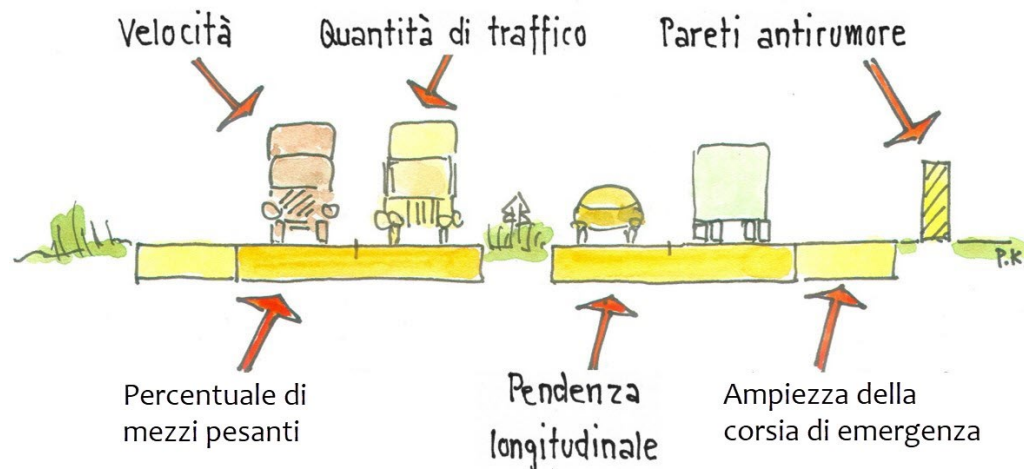


Fig. 2.7 Parametri che influenzano il carico di inquinanti nelle acque stradali.

In base al rapporto «Strassenabwasserbehandlung: Stand der Technik» [18], nelle procedure di trattamento attualmente applicate il parametro SS è rappresentativo del carico inquinante complessivo delle acque stradali e come tale sarà l'unico da tenere in considerazione per la successiva definizione della reale efficacia del trattamento delle acque stradali (cfr. cap. 3).

Per informazioni approfondite si rimanda alla relazione «Strassenabwasserbehandlung: Stand der Technik» [18].

### 2.3.1 Carichi di sostanze inquinanti

Quando una carreggiata non è delimitata da pareti antirumore, muri di sostegno, parapetti o simili, gran parte del carico di sostanze inquinanti (fino al 50%) viene trasportata del vento

e dai veicoli accumulandosi nell'area limitrofa, principalmente nelle scarpate laterali e nelle strisce erbose.

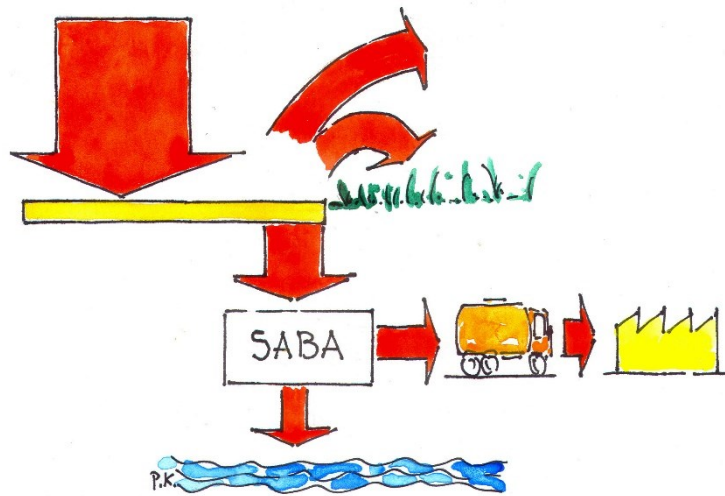


Fig. 2.8 Esempio di distribuzione delle sostanze inquinanti.

### 2.3.2 Effetti sulle acque superficiali

#### Carico a medio termine:

Per le acque superficiali assumono particolare rilevanza i carichi dovuti alle sostanze non disciolte (SS, rame e zinco), responsabili dell'intorbidamento idrico, dell'accumulo di sostanze inquinanti nei sedimenti delle acque superficiali e della saturazione dell'alveo.

Per le acque di falda rivestono di contro un ruolo più significativo gli elementi disciolti.

#### Dinamica del carico inquinante:

Oltre alla presenza media di sostanze nocive sul lungo periodo, un ulteriore fattore di rilevanza ecologica per le acque superficiali è la sollecitazione dovuta ai picchi di carico idraulico e inquinante. In ottica di infiltrazione in falda, anche negli scenari in questione è necessario garantire costantemente una sufficiente ritenzione degli inquinanti nel suolo o un adeguato trattamento delle acque.

### 2.3.3 Effetti sul suolo

In riferimento al suolo sono rilevanti le sostanze non completamente disciolte e gli elementi inquinanti collegati, che si accumulano in superficie per poi penetrare e concentrarsi nel soprasuolo. Oltre all'accumulo delle sostanze inquinanti occorre considerare la saturazione dei terreni per effetto delle particelle fini, che influisce negativamente su porosità e proprietà di infiltrazione.

Questo tipo di suolo, carico di sostanze inquinanti, si trova perlopiù ai lati della carreggiata: nello specifico si tratta di scarpate e strisce erbose facenti parte della sezione stradale che in quanto tali non rientrano nell'ambito disciplinato dall'ordinanza contro il deterioramento del suolo (cfr. Fig. V.1 e O suolo [9]). Le scarpate e le strisce erbose poste ai lati delle carreggiate sono già pesantemente esposte alle sostanze inquinanti trasportate da vento e veicoli. Di conseguenza, l'infiltrazione delle acque di scarico nella scarpata non compromette ulteriori superfici di suolo e i materiali inquinanti si concentrano nelle zone già contaminate.

### 3 Requisiti di ritenzione, trattamento e infiltrazione delle acque di scarico

La direttiva VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter», modulo B [39] fornisce indicazioni chiare in merito agli scenari che impongono il trattamento e la ritenzione delle acque di scarico secondo le disposizioni di legge. I requisiti esposti nel presente capitolo corrispondono in gran parte a quelli della direttiva VSA.

Gli standard sono definiti mediante gradi di efficienza riferiti al **carico annuale**.

#### 3.1 Determinazione del grado di efficienza

Mediante il confronto tra le acque di scarico raccolte dalla carreggiata e quelle trattate si definiscono i requisiti per la ritenzione e il trattamento. Non si tiene conto della quantità di acqua piovana che evapora o non affluisce negli impianti di drenaggio in quanto trasportata altrove dal vento o dai veicoli.

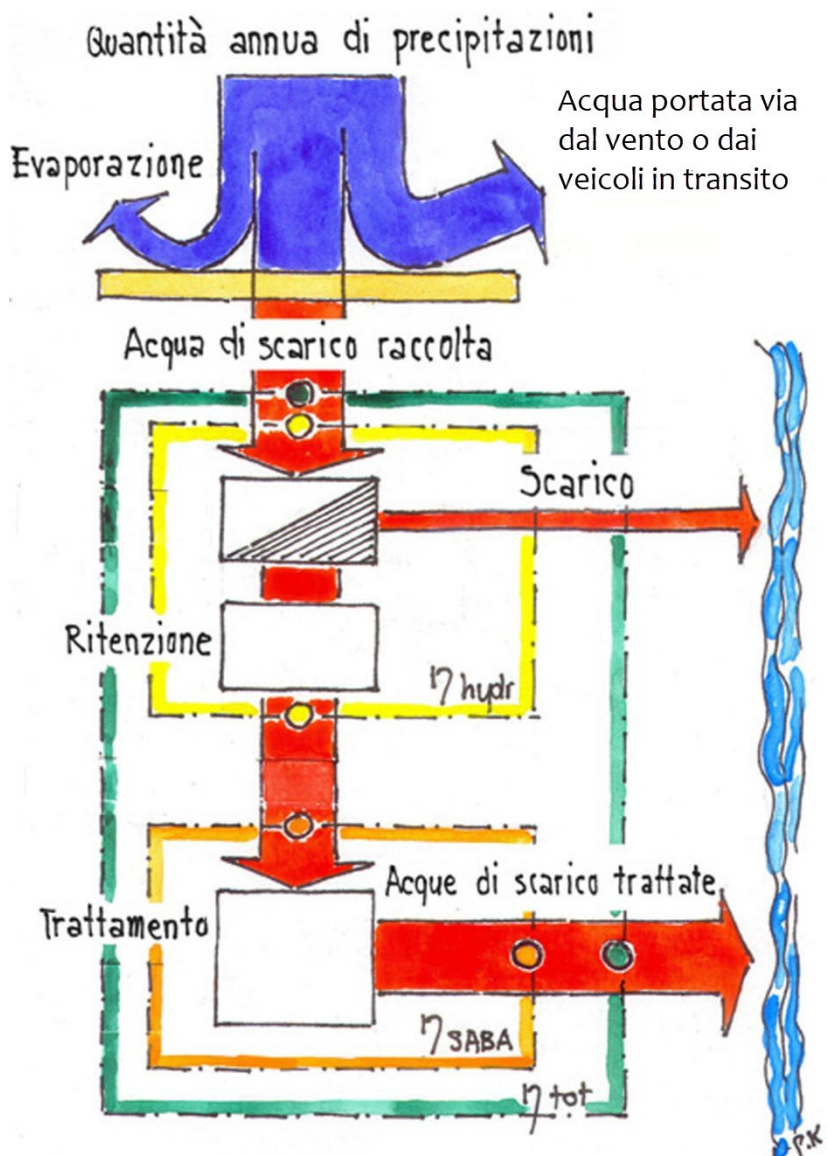


Fig. 3.1 Delimitazione del sistema di drenaggio con definizione del grado di efficienza.



Prima del trattamento vero e proprio nel SABA, le acque reflue provenienti dalla carreggiata (acque raccolte) vengono convogliate in un sistema di ritenzione che prevede lo scarico del troppo pieno nelle acque superficiali. Benché nella presente direttiva i termini scarico, ritenzione e SABA siano stati esposti separatamente a fini di chiarezza, a livello strutturale questi elementi sono spesso combinati tra loro.

I requisiti includono i seguenti gradi di efficienza:

- ritenzione delle acque di scarico con grado di efficienza idraulico  $\eta_{hydr}$ ;
- ritenzione dei SS nei SABA con grado di efficienza  $\eta_{SABA}$ ;
- ritenzione dei SS nel sistema di drenaggio delle acque di scarico con grado di efficienza complessivo  $\eta_{tot}$ .

Il grado di efficienza complessivo del sistema di drenaggio delle acque di scarico è il prodotto del grado di efficienza idraulico per il grado di efficienza dei SABA:

$$\eta_{tot} = \eta_{hydr} * \eta_{SABA}$$

**Grado di efficienza idraulica** (cfr. punto 3.2)

$$\eta_{hydr} = \frac{\text{acque di scarico trattate (m3/anno)}}{\text{acque di scarico raccolte (m3/anno)}}$$

**Grado di efficienza dei SABA** (cfr. punto 3.2)

$$\eta_{SABA} = \frac{\text{carico SS trattenuto (kg/anno)}}{\text{carico SS delle acque di scarico da trattare (kg/anno)}}$$

**Grado di efficienza complessivo del sistema di drenaggio**

$$\eta_{tot} = \frac{\text{carico SS trattenuto (kg/anno)}}{\text{carico SS delle acque di scarico raccolte (kg/anno)}}$$

## 3.2 Requisiti di ritenzione

Per il calcolo dei volumi di ritenzione richiesti si applica un approccio basato sulle emissioni.

In questa sede occorre tenere in considerazione i requisiti relativi ai volumi di ritenzione necessari in caso di incidente.

### 3.2.1 Dimensionamento orientato alle emissioni

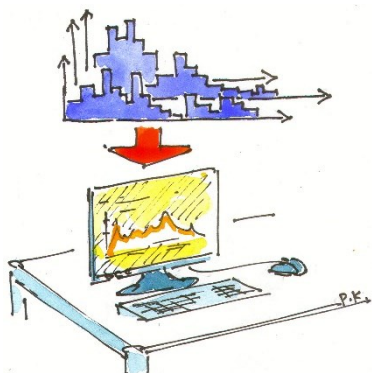


Fig. 3.2 Calcoli con dati pluviometrici storici.

Per la determinazione del grado di efficienza idraulica si applica un approccio basato sulle emissioni. Gli impianti di trattamento centralizzato non devono essere dimensionati sulla base di un singolo evento piovoso, bensì di una lunga serie di precipitazioni registrata da una stazione meteorologica locale (esempio: A-Netz). La determinazione dei volumi necessari per gli impianti di ritenzione delle strade nazionali deve svolgersi mediante un mo-

dello di calcolo idraulico, utilizzando una simulazione a lungo termine con serie pluviometriche storiche [38]. Per questi calcoli deve essere utilizzato come **valore massimo** il **coefficiente di flusso  $\psi = 0,9$**  riferito alle superfici stradali (VSS 40 353 [23]). In linea generale, il calcolo si fonda sul presupposto che il flusso massimo si verifichi nei momenti di traffico meno intenso → minore quantità di acque di scarico dispersa dagli spostamenti d'aria. **Laddove opportuno e motivabile, è possibile utilizzare un coefficiente di flusso diverso.**

Per la scelta della serie pluviometrica ai fini della simulazione a lungo termine, oltre alla vicinanza geografica al luogo del progetto si deve tenere conto della comparabilità tra quest'ultimo e la stazione meteorologica in termini di altezza delle precipitazioni (Atlante idrogeologico della Svizzera). La durata minima della serie pluviometrica a lungo termine deve essere di almeno 5 anni, mentre quella ideale è di 10-20 anni. I dati devono essere più aggiornati possibile.

Il drenaggio decentralizzato in banchina rimane dimensionato per un modello pluviometrico temporalmente definito come da norma SN 40 350 [26].

### 3.3 Requisiti per l'infiltrazione e il trattamento delle acque di scarico

Per semplificazione, con l'espressione «trattamento delle acque di scarico stradali» si designano le misure per la depurazione e successiva infiltrazione o immissione in acque superficiali.

#### 3.3.1 Classificazione delle procedure in base al livello di trattamento

**Per le acque superficiali valgono i tre livelli di prestazione applicati per il trattamento delle acque di scarico: elevato, standard, minimo**

Per l'infiltrazione nelle acque di falda è necessario il passaggio attraverso uno strato biologicamente attivo e con un effetto depurativo paragonabile a quello del suolo.

**In caso di infiltrazione nelle acque di falda si applica esclusivamente il livello di prestazione «elevato»**

Tab. 3.1 Requisiti per l'immissione in acque superficiali.

Dimens. di rif.	SS	m <sup>3</sup>	SS	
Livello di prestazione	Grado di efficacia compl. <sup>3</sup> $\eta_{\text{tot}}$	Grado efficacia idraulica $\eta_{\text{hydr}}$ (valore indicativo <sup>2</sup> )	Grado efficacia dei SABA $\eta_{\text{SABA}}$	Procedure applicabili
Elevato	Almeno 80%	90%	90%	Banchina, canalette e cunette filtranti, filtro a sabbia vegetato <sup>1</sup>
Standard	Almeno 70%	90%	80%	Banchina, canalette e cunette filtranti, filtro a sabbia vegetato <sup>1</sup> , filtro a ghiaia/a pietrisco <sup>1</sup>
Minimo	Almeno 60%	90%	70%	Bacino di sedimentazione a ristagno permanente, filtro tecnico

<sup>1</sup>Con uno strato biologicamente attivo che abbia un'azione depurativa paragonabile a quella del suolo. Questa si può ad esempio ottenere mediante la piantumazione di canne palustri.

<sup>2</sup>Valore indicativo: in caso di ricettori medio-grandi, il grado di efficacia idraulica può essere minore se viene rispettato lo standard di efficienza complessiva SS.

<sup>3</sup>Le procedure con elevata ritenzione di sostanze inquinanti (grado di efficienza SABA) sono applicabili anche in presenza di requisiti meno stringenti, consentendo una maggiore flessibilità in relazione al grado di efficienza idraulica.

Esempio: il requisito standard con filtro a sabbia vegetato richiede un minore grado di efficienza idraulica dell'80%.

La tabella 3.4 mostra la procedura di trattamento appropriata per ogni livello di prestazione. La differenza tra i diversi livelli si basa sul grado di efficienza raggiungibile del tipo di SABA e sul corrispondente dimensionamento degli impianti in relazione al grado di efficienza idraulica.

In caso di **smaltimento decentralizzato i requisiti non differiscono**. L'infiltrazione in banchina o il trattamento tramite cunetta filtrante sono sufficienti purché i requisiti delle schede tipo siano soddisfatti a tutti i livelli.

Per il livello di prestazione «**elevato**», tra i sistemi di trattamento centralizzati risulta adeguato il filtro a sabbia vegetato con pretrattamento in bacino di sedimentazione. Il margine di ottimizzazione degli impianti in termini di grado di efficienza idraulica è piuttosto contenuto in caso di livello di prestazione «elevato»: i sistemi di depurazione ad alta efficacia presentano infatti prestazioni idrauliche ridotte, rendendo necessario un notevole volume di ritenzione a monte del trattamento.

Per il livello di prestazione «**standard**» **risulta adatto il filtro a ghiaia/a pietrisco. È inoltre possibile impiegare un filtro a sabbia vegetato con un'efficienza idraulica inferiore, ossia una superficie più piccola, consentendo un margine di manovra leggermente maggiore in relazione all'efficienza complessiva.**

Per il livello di prestazione «**minimo**» sono disponibili il bacino di sedimentazione a ristagno permanente, il bacino multifunzionale di sedimentazione/ritenzione con svuotamento controllato e, in misura limitata, i filtri tecnici (filtro a tela o filtro rapido con controlavaggio). Queste opzioni comportano tuttavia un maggiore fabbisogno manutentivo.

### 3.3.2 Requisiti per l'infiltrazione nelle acque di falda

Ai sensi dell'ordinanza sulla protezione delle acque [13], un trattamento delle acque di scarico prima dell'infiltrazione è necessario quando le proprietà del suolo non sono in grado di fornire alcuna adeguata protezione delle acque di falda.

La tabella seguente illustra le procedure idonee ai diversi scenari. Per quanto concerne le acque sotterranee, l'infiltrazione non è ammessa nelle zone di protezione **S1** e **S2** e nelle aree di salvaguardia delle stesse. Occorre inoltre tenere presente che nella zona S1 sono vietati gli interventi costruttivi non finalizzati all'approvvigionamento di acqua potabile.

Qualora presentino un carico di inquinanti contenuto (in conformità alle istruzioni UFAM [39] o alla norma VSS 40 347 [25]), le acque di scarico possono essere infiltrate in una zona di protezione delle acque di falda **S3**; è tuttavia necessario garantire che le sostanze disciolte siano sufficientemente trattenute o smaltite tramite uno strato di suolo biologicamente attivo.

Se l'acqua di falda è idonea all'utilizzo come acqua potabile (**protezione delle acque: ambito A<sub>u</sub>**), si applica esclusivamente il livello di prestazione «**elevato**». Anche laddove non sussista l'idoneità per l'approvvigionamento di acqua potabile, gli elementi disciolti devono essere trattenuti per il tempo minimo necessario a evitare ripercussioni negative sulla falda, in conformità ai requisiti di livello «elevato».

Tab. 3.2 Procedure applicabili per l'infiltrazione nell'acqua di falda.

Settori di protezione delle acque / zone di protezione delle acque sotterranee	Procedure applicabili
Settori rimanenti e A <sub>u</sub>	Banchine, canalette e cunette filtranti, filtro a sabbia vegetato <sup>1</sup>
Zona protezione acque sotterranee S3	Banchine <sup>2</sup> , canalette e cunette filtranti <sup>2</sup>
Zona protezione acque sotterranee S2 e S1, aree di protezione acque sotterranee	Infiltrazione non consentita; scarico dei reflui esternamente alla zona di protezione S3

<sup>1</sup> Con uno strato biologicamente attivo che abbia un'azione depurativa paragonabile a quella del suolo. Questa si può ad esempio ottenere mediante la piantumazione di canne palustri.

<sup>2</sup> Se le acque di scarico rientrano nella classe d'inquinamento «debole» ai sensi delle Istruzioni «Protezione delle acque nello smaltimento delle acque delle vie di comunicazione», [39]. Le acque reflue collocate nella classe d'inquinamento «medio» ed «elevato» devono essere convogliate esternamente alla zona S3.



In linea generale, in caso di infiltrazione occorre accertarsi che vi sia una sufficiente soggiacenza della falda onde evitare condizioni anaerobiche.

### 3.3.3 Requisiti di trattamento ai fini dell'immissione in acque superficiali

Ai sensi delle Istruzioni «Protezione delle acque nello smaltimento delle acque di scarico delle vie di comunicazione» [39], le acque di scarico stradali sono ritenute altamente inquinate in presenza di un TGM superiore a 14 000 veicoli. L'immissione in acque superficiali deve essere preceduta da un opportuno trattamento.

Qualora si riveli necessario un trattamento ai fini della procedura in esame, si applicano i livelli di prestazione di cui alla tabella sotto riportata. Il riferimento al TGM di 50 000 veicoli è introdotto a scopo di ulteriore differenziazione in presenza di inquinamento elevato. Data la ridotta concentrazione di agenti inquinanti, i requisiti di trattamento con un TGM compreso tra 14 000 e 50 000 sono limitati al livello «standard».

Tab. 3.3 Requisiti per l'immissione in acque superficiali.

Livello di prestazione - Zona di protezione delle acque		
Standard	<b>Zone rimanenti</b> Rapporto di immissione:	$0,1 < V_G, V_{Gmax}^* < 1$ oppure $V_G, V_{Gmax}^* < 0,1$ e TGM < 50 000 o per i laghi
Elevato	<b>Zone rimanenti</b> Rapporto di immissione:	$V_G, V_{Gmax}^* < 0,1$ e TGM > 50 000
Minimo	<b>Zone rimanenti</b> Rapporto di immissione:	$V_G, V_{Gmax}^* > 1$

\*Rapporto di immissione determinato ai sensi delle Istruzioni UFAM «Protezione delle acque nello smaltimento delle acque delle vie di comunicazione» [39].  $V_G$ : rapporto tra acqua defluita e volume immesso;  $V_{Gmax}^*$ : rapporto tra acqua defluita e volume immesso in un tratto specifico del corso d'acqua.

I requisiti più stringenti si applicano in caso di corsi d'acqua con portata ridotta e nel caso in cui, in base ai dati cantonali, sussista una tutela rafforzata come avviene per i bacini naturali protetti, le zone litorali o per le risorse destinate all'approvvigionamento idrico.

Per i grandi corsi d'acqua, dove il rapporto di diluizione è molto elevato e non sono necessarie protezioni particolari, si applicano i livelli di prestazione minimi.

Il grado di prestazione standard vige in circostanze normali ed è applicato alla maggior parte dei fiumi e ai laghi.

Per gli scarichi all'interno del settore di protezione delle acque  $A_0$  occorre coordinare i livelli di prestazione alla rispettiva pianificazione cantonale.

### 3.3.4 Requisiti per il punto di immissione in acque superficiali

In sede di scelta e progettazione del punto di immissione in acque superficiali è necessario tener conto delle caratteristiche locali. Occorre assicurarsi che la velocità di flusso sia sufficientemente elevata per evitare accumuli localizzati di fango; lo scarico non deve inoltre causare erosione o formazione di schiuma in loco.

**La progettazione del punto di scarico si svolge d'intesa con l'autorità cantonale competente.**

### 3.4 Controllo dei requisiti

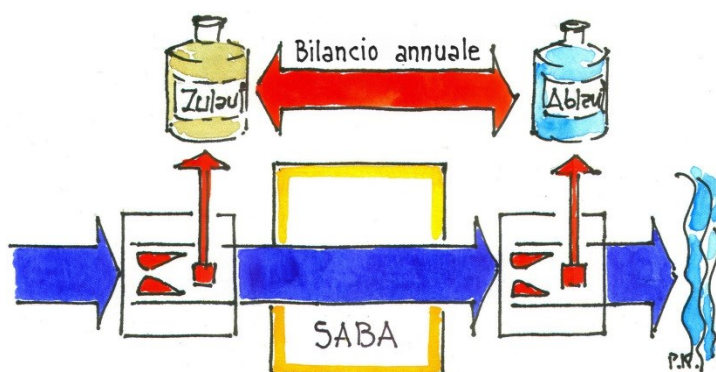


Fig. 3.3 SABA con punti di misurazione.

I requisiti applicati ai SABA si basano sul bilancio annuale della quantità d'acqua e di sostanze inquinanti. Ai sensi dell'art. 13 OPAC, i **titolari** degli impianti di trattamento delle acque di scarico sono tenuti a garantire la funzionalità dei sistemi per mezzo di controlli periodici. La verifica degli standard previsti va organizzata in base all'obiettivo specifico:

- collaudo;
- monitoraggio della funzionalità;
- verifica del funzionamento;
- verifica dei requisiti per le nuove procedure.

#### 3.4.1 Collaudo

Durante la messa in servizio è necessario eseguire una verifica del funzionamento come parte integrante del collaudo; il controllo è obbligatorio anche nel caso in cui i SABA subiscano modifiche di rilievo o i relativi bacini imbriferi vengano ampliati. A tale scopo è sufficiente analizzare la quantità totale di sostanze non **disciolte SS, rame e zinco** nonché i **volumi di afflusso e deflusso**. Il bilancio annuale va determinato tramite una serie di misurazioni rappresentative nell'arco di **diversi mesi**.

#### 3.4.2 Monitoraggio / controllo del funzionamento

Per gli impianti esistenti e già collaudati si esegue periodicamente un monitoraggio visivo (controllo) mediante checklist in sede di manutenzione ordinaria → 2-3 volte l'anno (vedi anche il punto 7.1 «Sfere di competenza»).

#### 3.4.3 Verifica del funzionamento

Analisi semplici quali l'esame di tutte le sostanze non disciolte **SS** e dei **volumi di deflusso** (efficienza idraulica) sono eseguite ogni 5 anni attraverso **prelievi di campioni rappresentativi**; il suddetto intervallo può essere ampliato a fronte di condizioni stabili ed esiti positivi dei controlli di funzionamento.

Per i bacini di ritenzione filtranti nonché per gli impianti di infiltrazione, si misura soltanto l'andamento del livello dell'acqua nel tempo allo scopo di individuare eventuali saturazioni.

#### 3.4.4 Verifica dei requisiti per nuove procedure

In caso di progetti pilota o di modifiche alle procedure esistenti (ad es. diversa dimensione granulometrica o differente spessore degli strati filtranti), occorre eseguire una verifica di rendimento per confermarne l'efficacia; In questa sede si determinano perlomeno i valori medi annui delle sostanze non disciolte **SS**, di rame ( $Cu_{tot}$ ) e di zinco ( $Zn_{tot}$ ). Occorre inoltre misurare i volumi di afflusso e deflusso, al fine di verificare il grado di efficienza idraulica. I trattamenti già disponibili sul mercato non richiedono più controlli in tal senso.

La verifica in parola è volta a determinare il grado di efficienza. Se si raggiungono buoni risultati in relazione alle sostanze totali non disciolte e ai restanti parametri, al momento del collaudo di SABA della stessa tipologia è sufficiente esaminare i valori riferiti a SS e deflusso. I dettagli al riguardo sono riportati nel Manuale tecnico Tracciato e ambiente (vedi: Manuale tecnico Tracciato e ambiente [38], scheda 21 001-10468.)

## 4 Scelta del tipo di drenaggio e trattamento

### 4.1 Processo decisionale

#### 4.1.1 Procedura generale

Nell'ambito dei lavori pianificatori e progettuali intesi a determinare le modalità di drenaggio e trattamento, occorre tenere in considerazione due macroambiti distinti:

- Procedure tecniche di drenaggio delle acque di scarico stradali → capitoli 4 e 5;.
- Procedure amministrative USTRA → capitolo 6.

Il capitolo 4 illustra gli aspetti tecnico-pianificatori di drenaggio delle acque stradali. Questa pianificazione deve essere ampiamente supportata in termini di risorse e conoscenze tecniche. Il capitolo 6 verte sulle tempistiche delle decisioni da sottoporre all'USTRA e sui permessi necessari. Il coordinamento di tutti questi elementi spetta al progettista.

#### 4.1.2 Procedura tecnica

In linea generale, la procedura di pianificazione di drenaggio e trattamento delle acque stradali non differisce dai consueti processi analoghi. Già durante la messa a punto delle prime fasi, dai fondamentali progettuali alla determinazione delle esigenze di trattamento, dallo studio delle varianti alla strategia di drenaggio, vengono prese decisioni importanti.

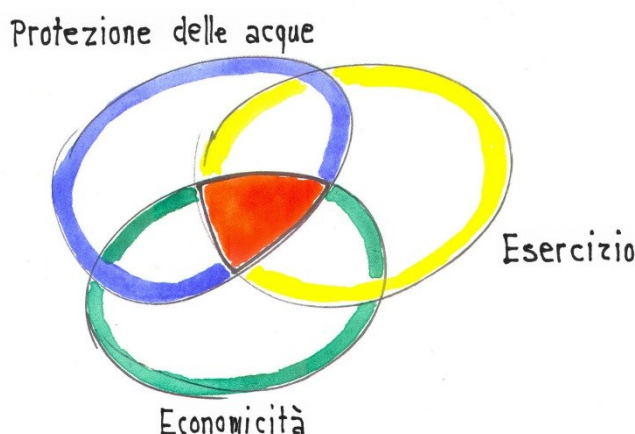


Fig. 4.1 Scopo della pianificazione: drenaggio ottimizzato e a lungo termine.

**Scopo** della pianificazione tecnica è un drenaggio delle acque di scarico **a lungo termine** e **ottimizzato** in materia di:

- zona di protezione delle acque e altri ambiti di tutela ambientale;
- economicità in sede realizzativa e manutentiva;
- sicurezza operativa ed efficienza.

### 4.2 Raccolta delle informazioni di base

La **checklist** riportata all'allegato III indica 14 ambiti che richiedono la raccolta di informazioni fondamentali in relazione al drenaggio. Data la mole e l'eterogeneità delle stesse, è importante garantire un'attenta valutazione e analisi.

Può altresì rivelarsi utile condurre un colloquio informativo con le autorità cantonali competenti.

### 4.3 Analisi delle specifiche di progetto

Ogni progetto presenta specifiche proprie che risultano dall'analisi delle informazioni di base. Di seguito si riportano le principali indicazioni di riferimento.

#### 4.3.1 Rilevamento dello stato

Oltre agli aspetti operativi e strutturali, per i sistemi di drenaggio esistenti si valuta anche lo stato di fatto in materia di protezione delle acque. L'attuale carico di inquinanti delle acque reflue stradali viene determinato ai sensi della norma VSS 40 347 [25].

Al momento della raccolta dei dati relativi alla protezione idrica, il carico delle acque di scarico stradali viene confrontato con i requisiti dei rispettivi punti di immissione o infiltrazione (fiumi o acque di falda).

#### 4.3.2 Acque di superficie / acque di falda

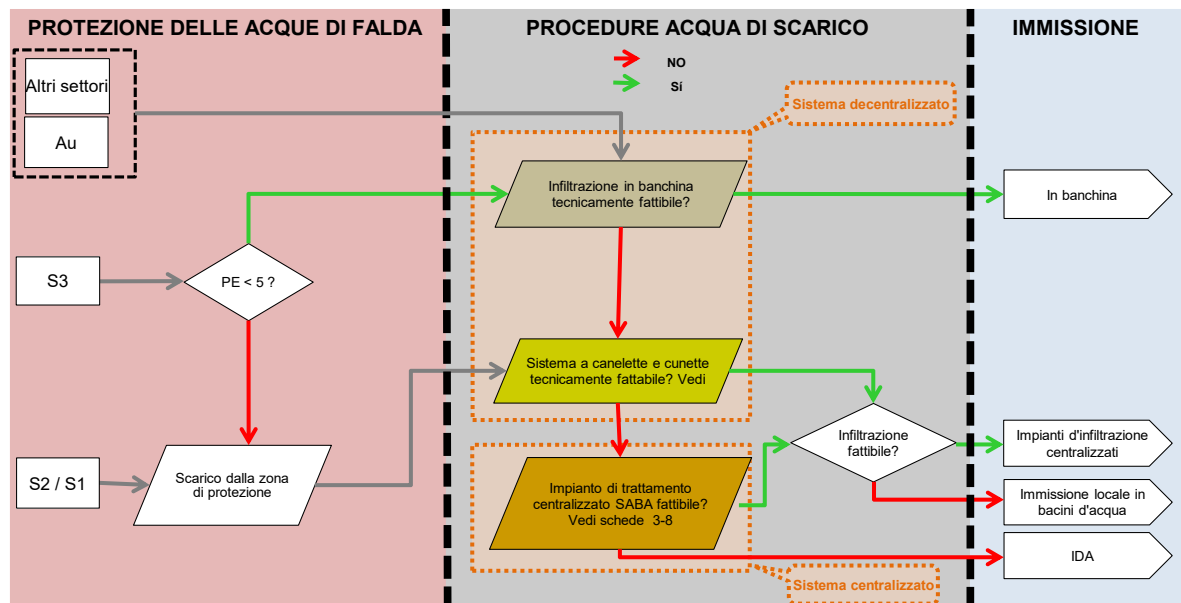


Fig. 4.2 Schema di riferimento per la scelta della modalità di smaltimento.

La Fig. 4.2 fornisce una panoramica dei tipi di trattamento e illustra in quali circostanze sono realizzabili. In particolare occorre analizzare le specifiche pedologiche e idrogeologiche, raffrontandole con le superfici stradali da trattare e i rispettivi volumi di deflusso.

La selezione della strategia di smaltimento avviene in base alle seguenti priorità:

1. Infiltrazione decentralizzata nella scarpata o trattamento tramite sistema a canalette e cunette filtranti.
2. Infiltrazione centralizzata in presenza di opportune condizioni del sottosuolo (vulnerabilità e soggiacenza delle acque di falda).
3. Immissione centralizzata in un corso d'acqua di media o grande portata.
4. Immissione centralizzata in un piccolo corso d'acqua o in un lago.

All'inizio della fase di pianificazione (piano globale di manutenzione, vedi cap. 6), occorre stabilire se vi siano margini per l'infiltrazione decentralizzata o se siano necessarie soluzioni centralizzate. È auspicabile collocare gli impianti centralizzati all'interno del perimetro di progetto e a distanza limitata dalla strada.

Qualora in fasi successive sussistano complicazioni o emergano fattori sfavorevoli in termini di economicità (vedi cap. 5), è possibile passare alla priorità direttamente inferiore.

### 4.3.3 Soluzioni centralizzate e decentralizzate

La scelta della tipologia di smaltimento dipende dalle caratteristiche locali. Le opzioni disponibili sono l'infiltrazione nel terreno o l'immissione in acque superficiali. In determinate situazioni può rivelarsi opportuna la combinazione dei due processi (cfr. Fig. 2.1).

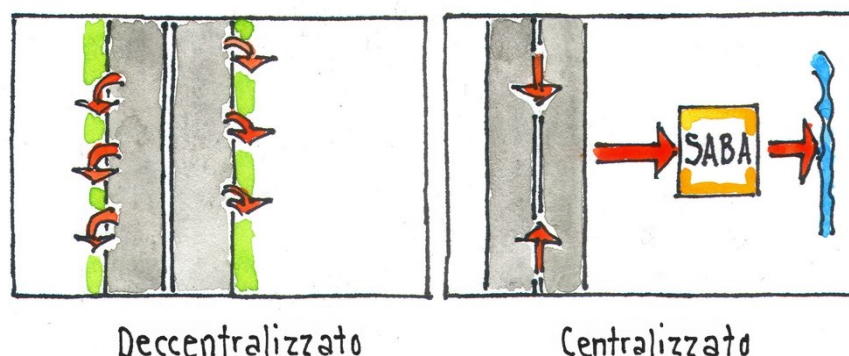


Fig. 4.3 Smaltimento decentralizzato (banchina, canalette e cunette filtranti) / smaltimento centralizzato tramite i SABA.

Ai sensi della direttiva VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter», modulo B [39], la priorità assoluta è attribuita all'infiltrazione. Prima di costruire un impianto centralizzato SABA, è sempre necessario verificare se le acque di scarico possano essere filtrate attraverso la scarpata o trattate mediante un sistema a canalette e cunette filtranti.

I trattamenti centralizzati delle acque di scarico, tra cui quello mediante SABA, tendono spesso a prevalere a fronte di specifiche di varia natura. Occorre tuttavia sottolineare che non tutte le superfici vanno collegate a priori al SABA progettato: è necessario prendere in considerazione l'eventuale separazione di superfici parziali, le cui acque di scarico possono essere filtrate in modo decentralizzato nella scarpata o mediante canalette e cunette filtranti.

### 4.3.4 Fabbisogno di terreno e protezione del suolo

Il trattamento delle acque di scarico necessita di superfici adeguate sia per le procedure decentralizzate che per quelle centralizzate.

In caso di drenaggio in banchina (infiltrazione decentralizzata nella scarpata o trattamento mediante sistemi a canalette e cunette filtranti), le zone di scarico ai lati della carreggiata devono essere sufficientemente ampie per consentire l'accumulo e il filtraggio dell'acqua. **Ove possibile e consentito dalla legge, lungo i tratti di nuova costruzione occorre predisporre in via prioritaria il drenaggio in banchina;** ne consegue la necessità di acquisire tempestivamente una porzione sufficiente di terreno lungo il tracciato come parte integrante dell'impianto. Per il dimensionamento si devono utilizzare i parametri relativi al suolo e alla capacità drenante. Gli impianti di trattamento centralizzato richiedono uno spazio adeguato e non sempre è possibile realizzarli in posizione laterale e prossima alla carreggiata.

**Il consumo di terreno deve essere ridotto al minimo.**

Si applicano le seguenti considerazioni di carattere generale:

- Le aree naturali protette e le zone sottoposte a tutela ai sensi della LPN articolo 18 [1] non possono in linea di massima subire alterazioni. Laddove queste risultino inevitabili, occorre prevedere misure di compensazione o di ripristino.
- È necessario limitare l'impatto su aree paesaggistiche protette, siti storici e monumenti culturali (vedi Istruzioni ASTRA 7°020 [19]). All'interno delle aree paesaggistiche protette di importanza nazionale, i SABA devono essere soggetti a chiari vincoli di ubicazione e non devono entrare in conflitto con gli obiettivi di tutela. In questo contesto assume notevole rilevanza l'integrazione nel paesaggio → vedi punto 4.3.12 «Inserimento paesaggistico».

- Nei limiti del possibile, i terreni di costituzione naturale e perlopiù incontaminati non devono essere utilizzati per l'infiltrazione delle acque di scarico. A tale scopo occorre prediligere il suolo precontaminato accanto alla strada o le superfici immediatamente adiacenti alla stessa.
- Se si progetta di realizzare un impianto in area forestale, è necessario un permesso di disboscamento. In questi casi occorre rispettare i requisiti di cui all'articolo 5 della LFO [2], inclusi i vincoli di ubicazione.
- L'utilizzo delle superfici per l'avvicendamento delle colture (SAC) è soggetto a ponderazione degli interessi, poiché la tutela di queste ultime riveste interesse nazionale. Si può ricorrere alla suddetta opzione per i SABA quando la scelta si riveli giustificata da motivazioni di importanza superiore, previa valutazione globale di tutti gli interessi pubblici e privati. Nell'ambito di tali considerazioni vanno altresì analizzate alternative che non coinvolgano le SAC o le interessino limitatamente (incluse le possibili misure di compensazione, come il riutilizzo di uno scavo dalle caratteristiche adeguate).

Per la scelta delle necessarie porzioni di terreno vigono le seguenti priorità:

- a. Particelle di pertinenza dell'USTRA: in prossimità degli svincoli autostradali, ecc.
- b. Particelle di pertinenza statale: particelle federali, cantonali, comunali, ecc.
- c. Particelle private: terreni a uso commerciale non sfruttati, periferie di zone industriali, ecc.

La collocazione delle particelle nelle aree territoriali di cui sopra e le conseguenti possibilità di utilizzo vanno sempre tenute in dovuta considerazione ai fini della scelta del sito.

Laddove risulti necessario acquisire un terreno, possono sussistere rimozioni o procedure di ricorso in grado di ritardare o persino impedire l'esecuzione del progetto.

#### 4.3.5 Dimensioni del bacino imbrifero

Quando si ricorre al trattamento centralizzato è talvolta opportuno scegliere il bacino imbrifero più ampio possibile. Laddove sia programmata la realizzazione di un SABA con gli annessi oneri, occorre vagliare la possibilità di collegare con impegno proporzionato i tratti autostradali adiacenti.

La dimensione minima necessaria del bacino è determinabile applicando i seguenti **criteri**:

- SABA per il livello «standard»:  $F_{red} > \text{ca. } 2 \text{ ha.}$
- SABA per il livello «elevato»:  $F_{red} > \text{ca. } 4 \text{ ha.}$
- SABA per il livello «minimo»:  $F_{red} > \text{ca. } 0,5 \text{ ha.}$

$F_{red} = \text{superfici stradali da drenare} * \text{coefficiente di deflusso } 0,9.$

I raggruppamenti di più bacini versanti sono a volte possibili soltanto tramite interventi strutturali di rilievo. Occorre pertanto verificare se sia preferibile un SABA locale di piccole dimensioni o, in alternativa, un impianto con bacino di ritenzione e stazione di pompaggio dotata di condotta in pressione.

### 4.3.6 Situazione altimetrica

Le strade vengono drenate per mezzo di condotte a pelo libero. In passato, nelle regioni pianeggianti il drenaggio delle acque reflue stradali è stato predisposto con una pendenza minima verso il ricettore superficiale più vicino. Se si rende necessario creare un impianto di trattamento centralizzato, occorre calcolare un'altezza idraulica maggiore. A seconda della procedura, per un SABA sono richiesti 2 o più metri aggiuntivi in altezza.

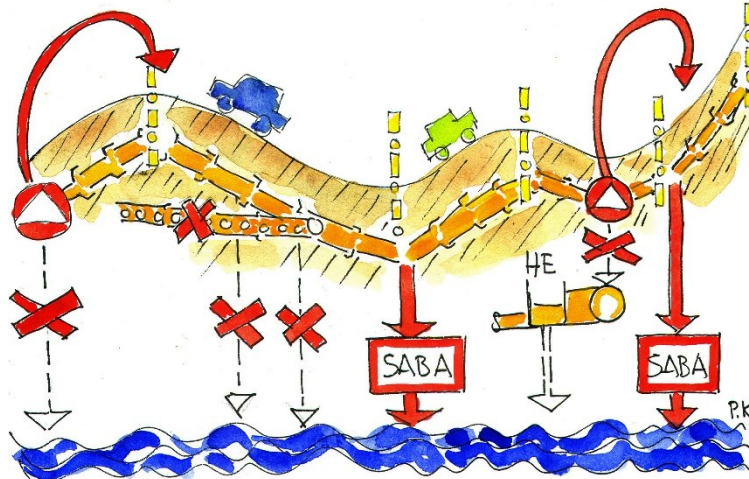


Fig. 4.4 Raggruppamento di bacini versanti parziali.

La priorità assoluta spetta al drenaggio e al trattamento delle acque di scarico tramite **condotte a pelo libero**.

Per ampliare ulteriormente il bacino imbrifero di un SABA centrale, in seconda istanza è possibile ricorrere al **pompaggio** delle acque reflue stradali: così facendo si riduce al minimo il fabbisogno di terreno, poiché gli impianti di pompaggio sostituiscono i SABA necessari a livello locale. I bacini imbriferi afferiscono così a un depuratore di dimensioni più ampie e di maggiore economicità operativa. Nel caso dei raggruppamenti in esame, in ottica di soddisfazione dei requisiti acquistano ancora più rilevanza le valutazioni relative alla scelta di un processo di trattamento appropriato. I SABA ad alte prestazioni consentono un'eventuale riduzione del grado di efficienza idraulica, diminuendo così la quantità di acque reflue da immagazzinare e pompare.

In caso di scarico in un corso d'acqua occorre determinare le **quote di piena**. Un rigurgito nei SABA può influire sul rendimento della depurazione nonché danneggiare gli impianti. Occorre adeguare la gestione delle piene alla procedura selezionata. Se non si verificano danni al SABA a causa del rigurgito, si utilizza a titolo indicativo il valore di piena annuale ( $HQ_1$ ). Se sussiste un rischio di danneggiamento del SABA a causa del rigurgito, per ragioni di economicità occorre prevedere requisiti di sicurezza più stringenti ( $> HQ_5$ ).

### 4.3.7 Acque estranee

Per acque estranee si intendono le acque reflue non inquinate che confluiscono in maniera continua o saltuaria nel sistema di drenaggio stradale. Tra queste figurano:

- drenaggi agricoli, drenaggi di pendii;
- drenaggio dello strato portante della carreggiata;
- drenaggi di opere edili (lato monte);
- piccoli corsi d'acqua.

**Le acque estranee intralciano o impediscono il funzionamento dei SABA. Nelle opere viarie di nuova costruzione, le acque estranee e le acque autostradali devono essere drenate separatamente (percentuale di acqua estranea: 0%)**



Per gli interventi di risanamento, la presenza di acque estranee deve essere oggetto di rilevamento e valutazione: se la relativa percentuale supera il 15% delle acque reflue stradali da trattare in un anno, sono necessarie apposite misure di riduzione. Realizzare una separazione (prima priorità) può rivelarsi dispendioso, poiché generalmente è necessario un secondo sistema per lo scarico delle acque estranee. Qualora tale soluzione richieda risorse sproporzionate, sussiste la possibilità di installare un sistema di deviazione sotto forma di opera tecnica. Occorre tenere presente che opere di questo tipo richiedono un'elevata manutenzione.

In caso di ricorso a deviatori idraulici, in sede di scelta dell'ubicazione occorre assicurarsi che non sussistano ostacoli significativi alla ritenzione di materiale nell'eventualità di un'avaria.

Purché non siano inquinate, le acque estranee separate possono essere direttamente infiltrate in un luogo opportuno oppure immesse in acque di superficie.

La percentuale di acqua estranea per i SABA in funzione non deve mai superare il 30% annuo.

#### 4.3.8 Drenaggio delle superfici di terzi

Le aree adiacenti alle autostrade intensamente trafficate, definite anche superfici di terzi, sono spesso collegate a loro volta al sistema di drenaggio stradale. Questo scenario va analizzato separatamente: l'acqua in deflusso dalle zone in questione che presenti un carico di inquinanti limitato o assente non deve mescolarsi con i reflui stradali altamente contaminati.

- Impatto diretto sul dimensionamento idrico dei SABA
- Mescolamento e diluizione in caso di immissione nel sistema di drenaggio stradale

Occorre individuare le superfici collegate di terzi in fase di raccolta delle informazioni di base e l'idoneo drenaggio delle stesse deve confluire nella pianificazione degli interventi. In ottica di sostenibilità, è auspicabile collegare le acque reflue fortemente inquinate provenienti da strade gestite da terzi.

In caso di pioggia, l'acqua in deflusso di terzi si accumula assieme alle acque di scarico stradali e non viene considerata estranea.

#### 4.3.9 Casi di avaria

Le avarie sono eventi che non rientrano tra i casi previsti dall'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR) [10]. Si tratta di episodi ricorrenti nel normale esercizio delle strade nazionali, con la fuoriuscita di piccole e medie quantità di liquidi. La ritenzione di tali fluidi deve essere presa in considerazione ai fini della pianificazione dei SABA e della formulazione del piano di drenaggio. Occorre inoltre mettere a punto un'apposita strategia di gestione.

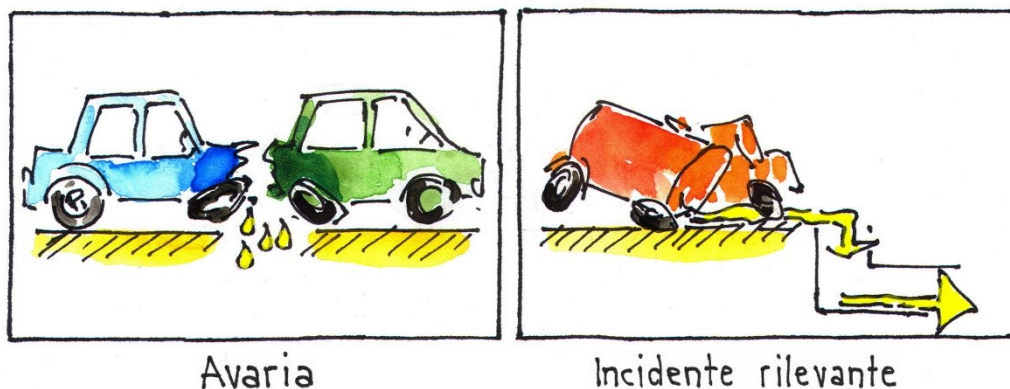


Fig. 4.5 Differenza tra avaria e incidente rilevante.

#### 4.3.10 Incidente rilevante

L'incidente rilevante è caratterizzato da conseguenze di portata superiore rispetto all'avaria. L'OPIR [10] ha lo scopo di proteggere l'ambiente da pesanti compromissioni e il trattamento delle acque di scarico svolge un ruolo significativo in questo senso.

In relazione al drenaggio delle acque reflue, assumono rilevanza tre scenari principali di incidente con la fuoriuscita delle sostanze sotto elencate:

- benzina (volatile, infiammabile);
- sostanze generiche solubili in acqua (elementi tossici disciolti in acqua);
- tetracloroetilene – PER (sostanze disciolte più pesanti dell'acqua, sedimentabili).

Gli elementi summenzionati comportano varie specifiche da considerare nella pianificazione degli impianti in esame. Va inoltre tenuto conto, per la protezione delle acque e della fognatura pubblica, della ritenzione delle sostanze liquide che fuoriescono in caso di incidente rilevante sulle strade nazionali. Il volume minimo di ritenzione ( $V_{\min}$ ) è di 30 m<sup>3</sup>; la determinazione del volume necessario viene effettuata in funzione del singolo progetto.

È necessario un attento coordinamento tra il piano di drenaggio delle acque di scarico e la prevenzione degli incidenti rilevanti. In tutti i progetti (sistemazione/potenziamento e nuova costruzione) occorre rispettare l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti, in conformità ai requisiti delle direttive ASTRA 19001 e 19002 ([20] e [21])

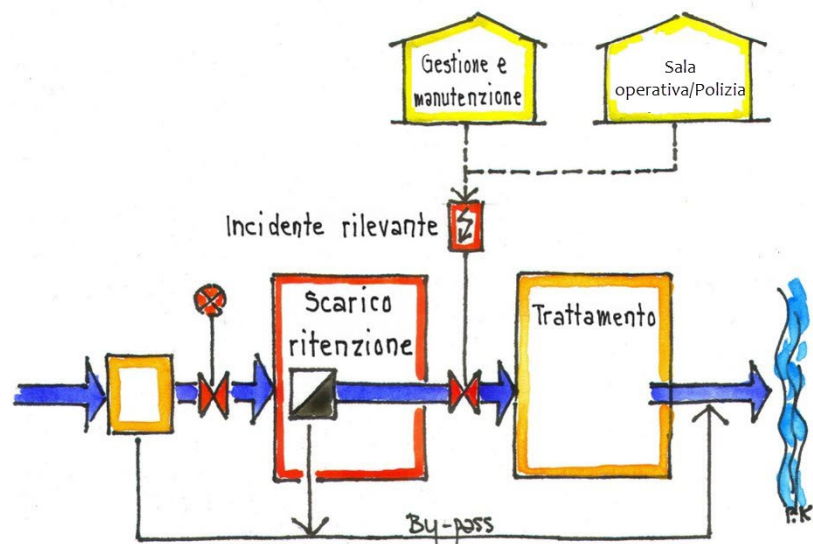


Fig. 4.6 Schema di intervento in caso di incidente rilevante.

In caso di infiltrazione decentralizzata in banchina o del trattamento tramite canalette e cunette filtranti, si può ritenere che un'elevata percentuale di liquidi dispersi durante un incidente siano trattenuti nello strato di suolo o nel terreno filtrante. Di norma, in situazioni simili la ritenzione non necessita di accorgimenti particolari. In caso di evento critico, occorre prelevare e sostituire immediatamente lo strato di suolo contaminato o il terreno filtrante. Qualora si effettui un'infiltrazione dopo il trattamento nelle canalette e cunette filtranti, occorre predisporre almeno una saracinesca di emergenza.

#### Aspetti importanti dei piani per la gestione di avarie e incidenti rilevanti:

- Determinare i tempi di deflusso fino al bacino di ritenzione.
- Dimensionare il volume di ritenzione richiesto in funzione degli scenari pertinenti e del tempo di deflusso ( $V_{\min} = 30 \text{ m}^3$ ).
- Selezionare e posizionare gli opportuni dispositivi di sbarramento (saracinesche, valvole a farfalla, paratoie ecc.); verificare i tempi di deflusso fino ai dispositivi: intercorre un intervallo sufficiente tra il segnale di allarme e la chiusura?
- Rappresentare e descrivere i vari stati operativi: quando si chiudono i dispositivi di sbarramento? Quale bacino si riempie in un determinato momento? Ecc.

- Illustrare il piano di allarme predisposto, che deve indicare azioni rapide e procedure chiare. Occorre pertanto riservare particolare attenzione alle istruzioni fornite agli enti di pronto intervento per il corretto utilizzo degli elementi di sicurezza in caso di incidente rilevante.
- Inserire un rimando alle aree definite a rischio esplosione (zone Ex).

Nei capitoli 2 e 3 si specificano le modalità di calcolo del volume di ritenzione necessario per il trattamento delle acque di scarico. I bacini di ritenzione sono idonei a raccogliere eventuali liquidi fuoriusciti e di norma non è necessario crearne di appositi in ottica di incidente rilevante. Occorre privilegiare bacini polivalenti che svolgano al tempo stesso le funzioni legate a ritenzione, avaria, incidente rilevante e pretrattamento. Il volume di ritenzione è di norma molto più ampio di quello previsto in caso di incidente.

#### 4.3.11 Guasti operativi

Oltre agli eventi che si verificano sulle strade (avarie e incidenti rilevanti), occorre altresì saper individuare e gestire i guasti tecnici all'impianto di trattamento stesso. Tali malfunzionamenti possono avere cause profondamente eterogenee, tra cui:

- interruzioni di corrente, problemi nella trasmissione di segnale, sonde mal funzionanti, guasti al software ecc.;
- guasto meccanico alla pompa, alle saracinesche ecc.;
- eventi meteorologici eccezionali o regime pluviometrico straordinario, rigurgito dal corpo ricettore in caso di piena ecc.;
- terreno filtrante saturo, filtro intasato ecc.

La pianificazione deve tenere conto dei possibili scenari di guasto e prevedere apposite misure precauzionali. È ad esempio necessario predisporre strutture per lo scarico di emergenza, impostare segnali d'allarme per le parti difettose degli impianti e redigere una guida operativa e d'intervento nonché le planimetrie di emergenza.

#### 4.3.12 Inserimento paesaggistico

Ai sensi degli articoli 2 e 3 della LPN [1], gli impianti di trattamento delle acque di scarico stradali devono essere inseriti in maniera ottimale nel paesaggio, in considerazione degli aspetti seguenti:

- attenzione al quadro paesaggistico nella scelta dell'ubicazione del SABA;
- adeguamenti di conformazione territoriale affinché gli impianti non risaltino eccessivamente e non ostacolino il passaggio degli animali;
- creazione di superfici di pregio ecologico attorno ai SABA: zone ruderali, praterie magre, siepi ecc.;
- misure di tutela per animali di piccole dimensioni, soprattutto anfibi che possono introdursi nell'impianto (vedi SN-640 699, [27]).

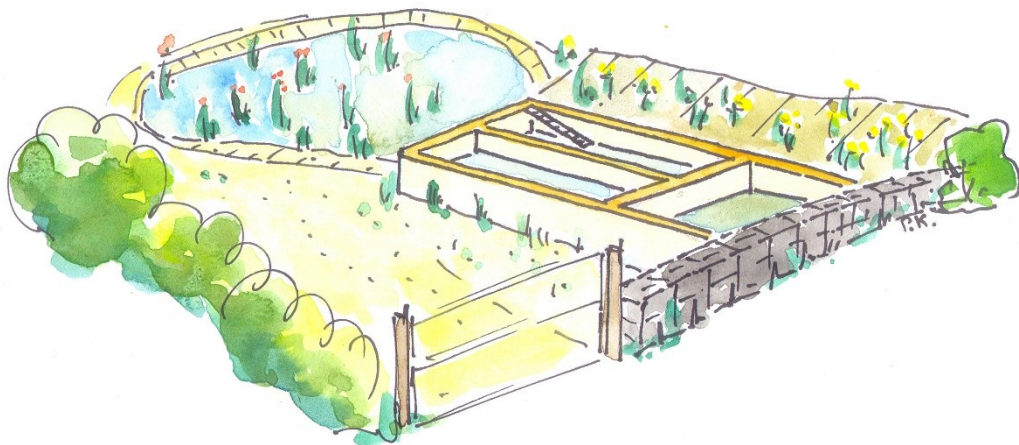


Fig. 4.7 Esempio di integrazione ideale nel paesaggio.

Per i SABA collocati nelle aree degli svincoli, occorre assicurarsi che gli impianti non attirino gli uccelli → rischio di collisione.

#### 4.3.13 Manutenzione ordinaria

Sin dalle prime fasi di progettazione bisogna tenere conto della successiva manutenzione ordinaria degli impianti. In tale ottica è richiesto un coordinamento con i tecnici di Esercizio nonché con i progettisti dell'impiantistica di esercizio e sicurezza (BSA/IES).

In sostanza occorre rispettare le specifiche seguenti:

- Predisporre **vie di accesso e di uscita** sicure per i veicoli manutentivi (peso, curve trattatrici ecc.). È inoltre necessario garantire l'accessibilità dei singoli componenti interni ai SABA, definendo requisiti specifici per il singolo impianto progettato.
- La **sicurezza** del personale addetto alla manutenzione riveste importanza primaria.
- In base al tipo di funzionamento, ogni impianto deve essere allacciato alla rete **elettrica** e se del caso **idrica**. I componenti di comando eventualmente necessari vanno collocati alla luce degli aspetti operativi.

Prima dell'iter di approvazione, è opportuno sottoporre l'impianto progettato a verifiche per ciascuna fase di lavoro afferente alla manutenzione ordinaria. Occorre redigere un elenco degli interventi da eseguire in modo da poter stimare i costi operativi; le informazioni raccolte andranno poi utilizzate per il manuale di esercizio e manutenzione.

Il progetto dell'impianto corredato del piano di manutenzione ordinaria dovrebbe essere presentato e illustrato alle autorità competenti prima della fase di approvazione.

### 4.4 Funzione degli impianti

In ambito di smaltimento delle acque reflue stradali si distinguono tre funzioni fondamentali.

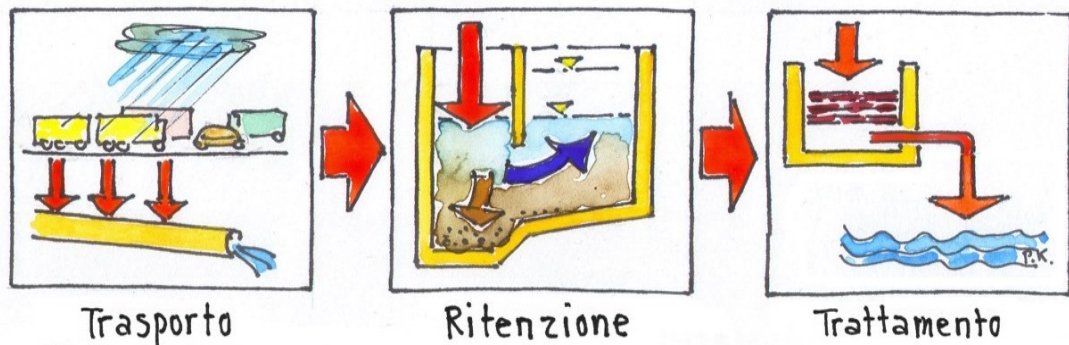


Fig. 4.8 Le tre funzioni fondamentali.

Mentre lo smaltimento decentralizzato prevede un trasporto breve e la ritenzione in banchina, nella scarpata o nelle canalette e cunette filtranti, la modalità centralizzata include anche alcuni elementi secondari:

Funzione	Componenti
Trasporto	Canale (condotta), scolo in condotta a pelo libero → situazione standard Condotta in pressione Canale di scolo aperto Bypass / canale di deviazione Scarico Dispositivo di intercettazione
Ritenuta	Bacino di pompaggio Bacino di raccolta, bacino di ritenzione Bacino di sedimentazione Bacino di ritenzione in caso di incidente rilevante Canale di raccolta Bacino di accumulo per il fango
Trattamento	Bacino di sedimentazione (PT/TP) Filtro a sabbia vegetato (TP) Filtro a ghiaia / a pietrisco (PT/TP) Filtri tecnici (PT/TP)

*\*PT, TP: pretrattamento, trattamento principale. Vedi punto 4.5 e allegato IV e V.*

Gli elementi della funzione «trasporto» sono progettati secondo le specifiche di cui al punto 4.3 e in base alla procedura di trattamento successivamente applicata. Completamente diverso è il processo per le funzioni di ritenzione e trattamento, che sono direttamente interdipendenti. Il volume di ritenzione necessario è inversamente proporzionale alla portata di trattamento: in sede di dimensionamento è necessario ottimizzare questa interdipendenza.

Entrambe le funzioni di ritenzione e trattamento sono direttamente connesse con il grado di efficienza idraulica descritto nel punto 3.1 (vedi pag. 13) e con le prestazioni del SABA.

Nella maggior parte delle procedure, ritenzione e trattamento sono riuniti in un'unica opera. Un esempio emblematico in tal senso, come suggerisce anche il nome, è il bacino di ritenzione filtrante. Per l'ottimizzazione dei SABA si applica la seguente ratio:

- combinare varie funzioni in un solo impianto
- e perseguire l'uniformità a livello dei singoli componenti per agevolare la manutenzione e il funzionamento.

## 4.5 Procedure di infiltrazione e trattamento a confronto

Il presente paragrafo si basa principalmente sulle conclusioni del rapporto «Strassenabwasserbehandlung: Stand der Technik» [18]. Le procedure a oggi note sono state riepilogate e descritte in forma tabellare: questo compendio illustra e permette di raffrontare le caratteristiche principali nonché i pro e contro di ciascuna procedura. Altre procedure equivalenti sono adottabili previa verifica dei requisiti (vedi punto 3.4.4).

Le schede tipo volte a illustrare i singoli componenti e le rispettive funzioni sono consultabili all'allegato V.



#### 4.5.1 Drenaggio in banchina (infiltrazione nella scarpata)

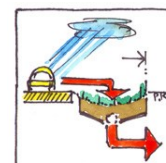
Vedi anche scheda tipo V.1 all'allegato V.



Sintesi	La pendenza trasversale dei tracciati fa defluire le acque di scarico stradali lungo la banchina nella scarpata o nelle strisce erbose dove ha luogo l'infiltrazione in uno strato di suolo filtrante vegetato. Scarpate e strisce erbose devono essere costituite da materiale di suolo adeguato e piantumato.
Funzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasporto possibile soltanto su carreggiata e banchina</li> <li>• Ritenzione in banchina e trattenimento nonché parziale degradazione degli inquinanti nello strato di suolo</li> </ul>
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infiltrazione decentralizzata nel luogo di accumulo delle acque di scarico</li> <li>• Ridotto rischio di sovraccarico dello strato di suolo</li> <li>• Scarpate e strisce erbose sono già inquinate dalle sostanze trasportate dal vento → nessun inquinamento di superfici incontaminate</li> <li>• Manutenzione ordinaria contenuta</li> <li>• Costi contenuti per tratti di nuova costruzione</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicabile solo in caso di sottosuolo con capacità drenanti adatte</li> <li>• Di difficile realizzazione in presenza di tagli del terreno e pendenza longitudinale del tracciato &gt; 3%</li> </ul>

#### 4.5.2 Canalette e cunette filtranti

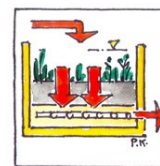
Vedi anche scheda tipo □ all'allegato V.



Sintesi	Il trattamento delle acque di scarico nelle canalette e cunette filtranti si basa sullo stesso principio dell'infiltrazione nella scarpata. L'unica differenza risiede nel fatto che, dopo il passaggio nello strato di terreno filtrante, l'acqua trattata viene nuovamente raccolta in una canaletta di scolo (tubo di drenaggio) e smaltita: in questo modo si può optare anche per un trattamento decentralizzato in caso di condizioni sfavorevoli del sottosuolo (scarsa permeabilità, siti contaminati, zone di protezione delle acque di falda).
Funzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasporto soltanto attraverso carreggiata e banchina fino alla cunetta di scolo</li> <li>• Ritenzione nella cunetta di scolo e trattamento tramite terreno filtrante</li> <li>• Trasporto nella canaletta di scolo per l'infiltrazione o per l'immissione in acque superficiali</li> </ul>
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattamento decentralizzato nel luogo di accumulo</li> <li>• Il terreno nella cunetta offre un filtro ideale essendo di per sé esposto alle sostanze trasportate dal vento → doppia funzione</li> <li>• Ridotto fabbisogno di manutenzione ordinaria supplementare</li> <li>• Applicabile, anche in caso di sottosuolo scarsamente permeabile, nel settore di protezione delle acque A<sub>u</sub> nonché per il trattamento e l'evacuazione da aree di protezione delle acque di falda</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessaria la vicinanza a un corso d'acqua o a un luogo di infiltrazione, in quanto l'inclinazione della canaletta di scolo deve perlopiù seguire la pendenza longitudinale del tracciato → bacini imbriferi di dimensioni ridotte</li> <li>• Di difficile realizzazione con pendenza longitudinale &gt; 3%</li> </ul>

### 4.5.3 Filtro a sabbia vegetato

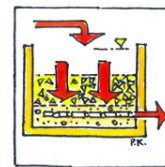
Vedi anche scheda tipo 0 all'allegato V.



Sintesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>I filtri a sabbia vegetati sono costituiti da sabbia lavata con distribuzione granulometrica adeguata, forma del granulo idonea e tenore di calcare sufficientemente elevato. La superficie è piantumata con canne palustri, che radicano su tutto il volume ed evitano il rischio di saturazione. Il rendimento della depurazione si basa essenzialmente sul pannello del filtro a grana fine e sul materiale organico, trattenuto sulla superficie del filtro a sabbia e in parte trasportato all'interno (filtrazione dei sedimenti). Un sufficiente sviluppo dell'attività biologica consente la biodegradazione.</li> <li>I filtri a sabbia aperti inferiormente infiltrano le acque di scarico stradali → cunette di infiltrazione (solo nei settori rimanenti). In fase di messa in servizio non è possibile alcun ristagno per la crescita delle canne.</li> <li>I filtri a sabbia impermeabilizzati trattano le acque reflue stradali → bacino di ritenzione filtrante</li> <li>I filtri a sabbia vegetati richiedono un pretrattamento tramite separatore delle particelle più grandi o bacino di sedimentazione.</li> <li>A monte dei filtri a sabbia occorre altresì prevedere misure contro gli incidenti rilevanti e le avarie</li> </ul>
Funzione	Ritenzione e trattamento
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il filtro a sabbia può essere sottoposto a un battente idraulico maggiore e più prolungato rispetto a un filtro a terreno</li> <li>Semplicità di manutenzione e ridotti oneri a essa correlati</li> <li>Ritenzione molto elevata di agenti inquinanti</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fabbisogno di terreno relativamente cospicuo</li> </ul>

#### 4.5.4 Filtro a ghiaia/a pietrisco

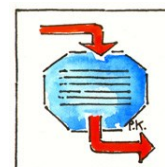
Vedi anche scheda tipo V.4 all'allegato V.



Sintesi	Il filtro in esame è attraversato in verticale dal flusso, analogamente al filtro a terreno e a sabbia. La parte inferiore è impermeabilizzata. Lo strato superiore (pietrisco) funge da elemento portante per i residui di filtrazione. Affinché questo si formi, occorre rallentare il flusso o provocare una saturazione mirata dell'impianto. Il trattamento avviene principalmente a livello dello strato fangoso, che deve seccare periodicamente. Dopo alcuni anni è necessario provvedere alla rimozione e al corretto smaltimento dello strato fangoso secco. Nel punto di scarico, i sistemi in parola necessitano di una valvola a saracinesca chiudibile in caso di avaria o di incidente rilevante. Oltre alla saturazione causata dai residui di filtrazione, nel corso degli anni se ne verifica anche una interna a cui si può ovviare solamente sostituendo gli strati.
Funzione	Ritenzione e (pre)trattamento
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistenza al carico idraulico leggermente maggiore rispetto al filtro a sabbia → minore fabbisogno di terreno</li> <li>• Filtro principale per il livello di prestazione «standard» Smaltimento di fango secco</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacia limitata in assenza di strato fangoso secco</li> <li>• Nei diversi mesi necessari alla formazione dello strato di fango, la ritenzione di agenti inquinanti è limitata.</li> <li>• La rimozione dello strato fangoso e la sostituzione degli strati filtranti comportano un lavoro impegnativo.</li> <li>• La permeabilità del filtro è ridotta in autunno e in inverno e cala progressivamente nel tempo.</li> </ul>

#### 4.5.5 Filtri tecnici

Vedi anche scheda tipo V.5 all'allegato V.

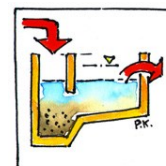


Sintesi	<p>Per filtri tecnici si intendono tutte le procedure che prevedono la conduzione, mediante energia o funzionamento a pelo libero, delle acque reflue stradali attraverso un dispositivo filtrante compatto e sintetico o attraverso un vaglio. L'obiettivo precipuo è la ritenzione delle SS, poiché il trattenimento di sostanze fini e disciolte risulta impossibile o realizzabile solo in parte.</p> <p>Sebbene si tratti di sistemi compatti, elementi quali volumi di ritenzione, accumulo di fango, dispositivi di pulizia e la relativa superficie occupata non consentono nel complesso un risparmio significativo di spazio.</p>
Funzione	Trattamento
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portata elevata e costante</li> <li>• I SABA con filtro tecnico offrono flessibilità nella disposizione dei componenti</li> </ul>
Svantaggi	<p>Consumo di energia a fini operativi: le acque reflue da trattare devono essere pompate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SS in prevalenza trattenute, scarsa efficacia in relazione alle sostanze disciolte</li> <li>• Manutenzione dispendiosa</li> </ul>



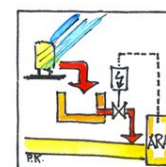
#### 4.5.6 Bacini di sedimentazione

Vedi anche scheda tipo V.6 all'allegato V.



Sintesi	<p>I bacini di sedimentazione in regime di ristagno permanente si sono rivelati particolarmente efficaci nella ritenzione di inquinanti particellari; in tale ottica devono essere dimensionati e progettati in conformità alle disposizioni vigenti.</p> <p>I sistemi in esame necessitano di un meccanismo di un pre-scarico onde evitare il rischio di dilavamento degli agenti inquinanti.</p> <p>L'utilizzo dei bacini di sedimentazione come bacini di avaria richiede dotazioni aggiuntive (ad es. apposite paratoie e saracinesche).</p>
Funzione	Pretrattamento, trattamento principale, ritenzione (se con svuotamento controllato)
Vantaggi	Struttura compatta con funzioni di ritenzione, trattamento e bacino di avaria → ridotto consumo di terreno
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vengono trattenute le sole sostanze sedimentanti (o galleggianti)</li> </ul>

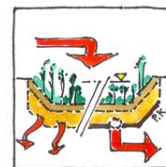
#### 4.5.7 Trattamento tramite impianti di depurazione delle acque



Sintesi	<p>Le acque di scarico vengono accumulate in un bacino di ritenzione e incanalate verso gli impianti di depurazione (IDA) tramite una rete mista. Idealmente i suddetti bacini sono gestiti a partire dall'IDA e adempiono a molteplici funzioni (ritenzione o sedimentazione delle acque di scarico, in combinazione con acque reflue miste o in caso di incidente rilevante)</p>
Funzione	Ritenzione e trattamento
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costruzione ex novo del solo bacino di ritenzione, senza necessità di un SABA vero e proprio → ridotto consumo di terreno</li> <li>Utilizzo dell'infrastruttura esistente</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessità di un'ideale rete di acque reflue miste e di un impianto di depurazione nelle immediate vicinanze</li> <li>In caso di incanalamento all'IDA non è possibile effettuare lo scarico delle acque reflue (incanalamento o pompaggio posticipato rispetto alle precipitazioni: solo con controllo centralizzato presso l'impianto di depurazione)</li> <li>Rispetto ai SABA, la procedura in esame comporta elevati costi di pulizia (tasse per il trattamento delle acque di scarico)</li> </ul>

#### 4.5.8 Impianti di filtrazione a terra

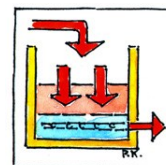
I SABA centralizzati con filtrazione a terra rientrano tra i depuratori di prima generazione: sono ancora presenti, ma **non** se ne costruiscono più di nuovi.



Funzione	Ritenzione e trattamento
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevata ritenzione della maggior parte degli agenti inquinanti presenti nelle acque reflue stradali</li> <li>Trattenimento stabile degli inquinanti</li> <li>Possibilità di infiltrazione in acque di falda e immissione in un acque superficiali</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>La lenta infiltrazione comporta impianti di grandi dimensioni, con conseguente consumo di terreno</li> <li>Rischio di saturazione → pretrattamento necessario in presenza di acque fortemente inquinate</li> <li>I materiali idonei per filtri a terreni non sono reperibili ovunque</li> <li>Utilizzo immediato dopo la realizzazione non sempre possibile: tempo necessario alla crescita della vegetazione</li> <li>Elevato rischio di flussi preferenziali</li> <li>Realizzazione complessa che presuppone un'esperienza approfondita</li> </ul>

#### 4.5.9 Letto assorbente

I SABA centralizzati con letto assorbente rientrano tra i depuratori di prima generazione: sono ancora presenti, ma **non** se ne costruiscono più di nuovi.



Sintesi	In presenza del livello di prestazione «elevato», i dispositivi in questione possono essere predisposti a valle o all'interno dei filtri tecnici, a sabbia o a pietrisco. I letti assorbenti sono in primo luogo funzionali alla ritenzione dei metalli pesanti disciolti.
Funzione	Trattamento
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potenziale risparmio di spazio</li> <li>Riciclabile</li> </ul>
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiale assorbente costoso</li> <li>Il materiale assorbente non deve essere costantemente saturo d'acqua</li> </ul>

### 4.6 Combinazione delle tipologie di smaltimento

Le procedure di trattamento descritte al punto 4.5 vengono perlopiù combinate (vedi pag. 29) a fini di ottimizzazione. Di seguito si riportano alcuni esempi:

- Pretrattamento in bacino di sedimentazione e trattamento principale con filtro a sabbia vegetato
- Pretrattamento in bacino di sedimentazione e trattamento principale con filtro tecnico
- Trattamento con filtro a sabbia vegetato o filtro a ghiaia / a pietrisco
- Bacino di ritenzione e trattamento tramite IDA
- Ecc.

## 4.7 Scelta della procedura

In seguito ad apposita analisi (punto 4.3) si determinano i punti presumibilmente idonei all'immissione o all'infiltrazione e i conseguenti requisiti (punto 3.3). Per ciascun sito vengono illustrate le opzioni di smaltimento e le combinazioni di impianti di maggiore economicità; segue un raffronto delle stesse tramite **discussione delle varianti**. I relativi criteri di valutazione e ponderazione vanno definiti caso per caso e d'intesa con il responsabile di progetto USTRA competente. Occorre infine condurre una **verifica di proporzionalità** delle **varianti migliori** individuate.

## 5 Verifica della proporzionalità

### 5.1 Analisi costi/benefici

Ai sensi dell'articolo 5, capoverso 2 della Costituzione federale [3] e della legge sulla protezione dell'ambiente [5], le Istruzioni «Protezione delle acque nello smaltimento delle acque di scarico delle vie di comunicazione» [39] esigono una valutazione di proporzionalità in sede di selezione della tecnica di smaltimento. Il principio di proporzionalità impone la presenza di un giusto equilibrio tra lo scopo perseguito e la misura adottata. È necessario verificare, alla luce delle circostanze specifiche, quale procedura risulti maggiormente in linea con gli obiettivi da raggiungere. Un possibile strumento in quest'ottica è l'analisi costi/benefici: per costi si intendono principalmente gli oneri economici, ma anche le ripercussioni ambientali legate alla costruzione e all'esercizio degli impianti. In assenza di proporzionalità è necessario vagliare ulteriori varianti.

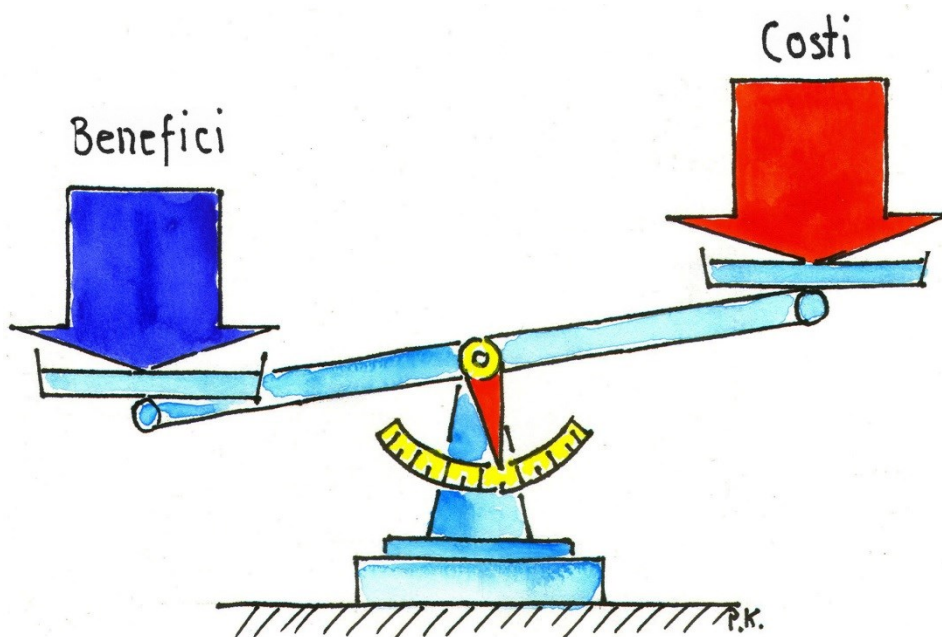


Fig. 5.1 Il metodo di smaltimento è proporzionato?

Ai fini dell'analisi del rapporto costi/benefici e sulla base dell'approccio del bilancio ecologico [41], il presente sottocapitolo suggerisce un sistema a punti [45] corredato degli indicatori di cui alle sezioni 5.2-5.4. La sezione 5.5 analizza le modalità di quantificazione e raffronto di costi e benefici; in ultimo, nella sezione 5.6 si illustrano i possibili scenari in caso di proporzionalità dubbia o assente.

### 5.2 Indicatori di beneficio

#### 5.2.1 Indicatori legati alle emissioni

I seguenti indicatori denotano considerevoli carichi di inquinanti nelle acque reflue stradali e, di riflesso, l'elevato beneficio ambientale che apporta il trattamento delle stesse.

- A. Traffico intenso: influisce sull'emissione di sostanze nocive e sull'inquinamento delle acque di scarico.
- B. Situazioni varie a emissioni elevate: frenate/accelerazioni in corrispondenza di incroci e imbocchi; code frequenti; tratti in salita; alta percentuale di traffico pesante.
- C. Ridotta esposizione al vento in presenza di barriere antirumore e tratti in trincea: ne conseguono elevate quantità di polvere (SS) e di inquinanti nelle acque reflue.
- D. Grado di efficienza complessiva  $\eta_{tot}$  dell'impianto (ai fini della determinazione occorre tenere conto dell'influenza delle acque estranee).

### 5.2.2 Indicatori legati all'immissione

Il beneficio ottenibile tramite il trattamento aumenta laddove il corso d'acqua assuma il valore di habitat e spazio ricreativo oppure sia destinato all'approvvigionamento idrico; occorre inoltre considerare la sensibilità all'immissione. Per la valutazione si applicano i seguenti criteri:

- E. Immissione nei settori di protezione  $A_U$  e  $A_O$ , che impongono la tutela della qualità idrica ai fini di un utilizzo particolare delle acque.
- F. Sezione naturale e incontaminata di corso d'acqua; habitat per specie animali a rischio.
- G. Rapporto di immissione (vedi punto 3.3.1): indicatore di erosione, stress idraulico, diluizione e conseguente concentrazione di agenti inquinanti nell'acqua.
- H. Danni rilevabili causati dall'immissione: deposito di sedimenti fini, saturazione (VSA 2007, [40]).

### 5.2.3 Infiltrazione in acque di falda

- I. La procedura in esame alimenta le falde e produce una forte compensazione dello scarico nei bacini idrici superficiali. È necessario tutelare la qualità delle acque di falda.

## 5.3 Costi

### 5.3.1 Costi di progetto

- J. Costi annuali legati al trattamento.

Gli oneri connessi agli impianti strutturali si ammortizzano dopo oltre 50 anni, mentre quelli legati ai sistemi elettrici e di controllo dopo 15. Si devono inoltre valutare e mettere in conto i costi operativi e manutentivi, in particolare per lo smaltimento dei fanghi e dei filtri.

In media, il volume di investimento per la realizzazione di un SABA si aggira attorno a 1 milione di CHF/km o CHF 500 000 per ettaro di superficie stradale. L'ammortamento annuo è compreso tra 10 000 e 25 000 CHF, a seconda della quota dei lavori di costruzione principali. Vanno altresì considerati gli oneri per operatività e manutenzione, stimati a circa CHF 5000 per ettaro di strada.

### 5.3.2 Valutazioni e fasi pianificatorie

I costi degli impianti necessari non sono generalmente noti al momento della formulazione di piani regionali o strategie di risanamento dei sistemi di drenaggio stradale. Per effettuare una prima valutazione di proporzionalità in questa fase, è necessario integrare agli indicatori la stima degli esborsi. A questo riguardo sono particolarmente significativi i seguenti fattori:

- Lunghezza delle condotte di collegamento necessarie
- Situazione altimetrica: livello delle acque di falda, necessità di pompare le acque di scarico
- Percentuale di acque estranee nel sistema di drenaggio

## 5.4 Ripercussioni negative sull'ambiente

Costruzione ed esercizio degli impianti di trattamento delle acque reflue stradali possono comportare un importante consumo di risorse naturali e un considerevole impatto ambientale:

- K.** Fabbisogno energetico: laddove sia necessario pompare le acque di scarico, realizzazione, operatività e sostituzione periodica dei necessari impianti tecnici assumono un peso rilevante.
- L.** Consumo di terreno: impiego di aree soggette a particolare salvaguardia quali foreste, superfici per l'avvicendamento di colture, aree di valore naturalistico e siti a tutela paesaggistica.
- M.** Conseguenze particolari in caso di immissione delle acque reflue stradali in un sistema comunale misto (vedi punto 4.5.7):
  - **M1:** consumo di risorse e concentrazioni di residui a seguito della depurazione (in particolare per impianti di piccole dimensioni).
  - **M2:** aumento dello scarico di reflui misti. L'impatto dipende dal grado di sviluppo del trattamento delle precipitazioni piovane e può essere smorzato tramite accumulo delle acque di scarico stradali.

## 5.5 Valutazione a punti

Se i costi di trattamento delle acque reflue superano considerevolmente i valori usuali (vedi punto 5.3.1), la soluzione adottata è da ritenersi sproporzionata fatto salvo l'ottenimento di vantaggi di carattere eccezionale. Per giungere a una valutazione uniforme e comprensibile in materia di proporzionalità, è utile quantificare i diversi indicatori di costo e di beneficio. Poiché questi ultimi includono unità di misura e aspetti profondamente eterogenei, si cerca di stabilire un denominatore comune tramite un sistema a punti.

All'allegato IV è illustrato uno schema di punteggi per fornire un giudizio di massima nel caso in cui sussistano già un progetto e indicazioni relative ai costi. Tale sistema valuta in modo ampiamente semplificato gli indicatori contrassegnati da lettere maiuscole nei paragrafi precedenti.

## 5.6 Valutazione di proporzionalità

La valutazione in oggetto deve essere eseguita a livello di piano globale di manutenzione e/o piano di intervento. In assenza di elementi indicanti una sproporzione tra oneri di progetto e trattamento, non sono necessarie ulteriori analisi.

Laddove sussistano perplessità in relazione alla proporzionalità, occorre effettuare una verifica mediante il sistema a punti di cui all'allegato III. Se il quoziente costi/benefici è superiore a 1, il progetto risulta proporzionale e può proseguire. Per quozienti compresi tra 0,7 e 1 bisogna soffermarsi sulla valutazione e condurre approfondimenti analitici che consentano una decisione fondata. Seppur tenendo conto dei margini di dubbio e inesattezza, i progetti con quoziente inferiore a 0,7 vanno considerati sproporzionati. In tal caso è necessario vagliare le seguenti opzioni:

- Riduzione degli oneri: occorre individuare e sfruttare i livelli e i divari di costo in sede di dimensionamento degli impianti.
- Variante di progetto con requisiti meno stringenti (ad es. ritenzione con procedura di sedimentazione).
- Altre misure alternative (ad es. riqualificazione delle acque).

È **assolutamente** necessaria un'osservanza costante della legislazione vigente, **con particolare riferimento alla prevenzione degli incidenti rilevanti e alla tutela delle acque di falda**.

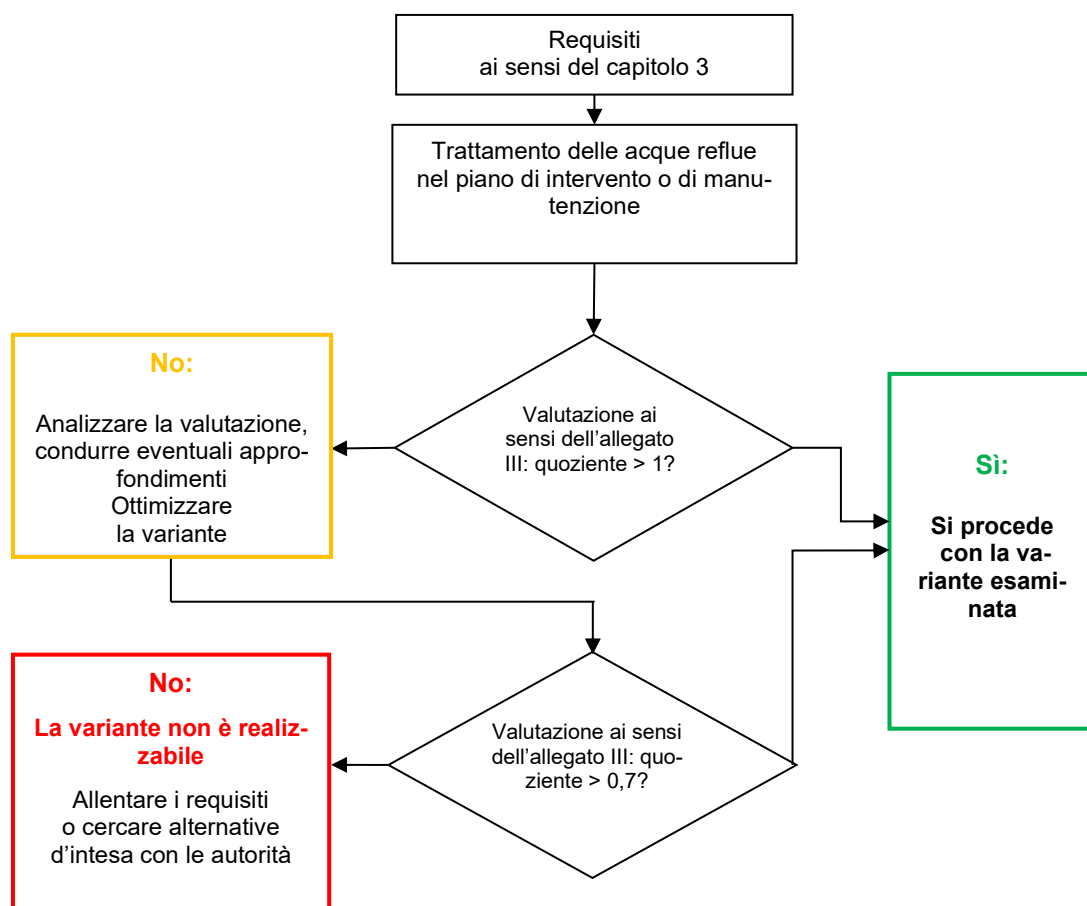
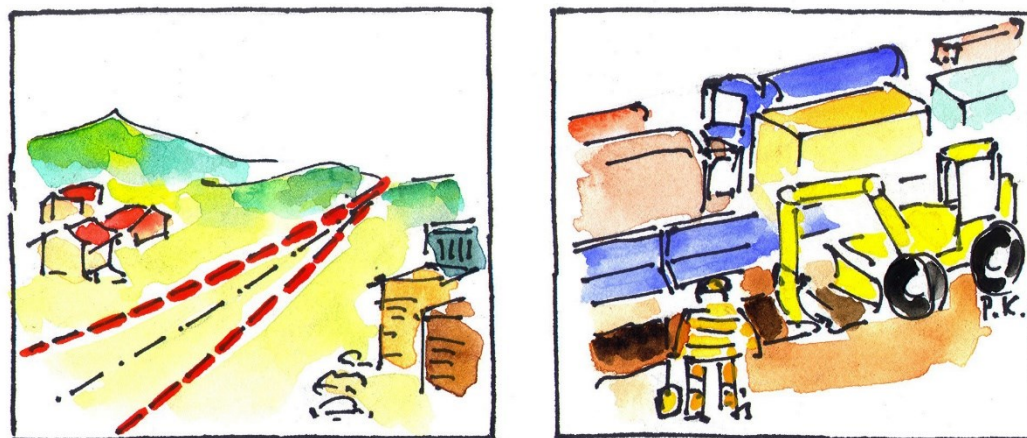


Fig. 5.2 Schema di valutazione della proporzionalità.

## 6 Progettazione suddivisa per fasi

### 6.1 Responsabilità nelle procedure di approvazione

Ai sensi della legge federale sulle strade nazionali, nelle procedure di approvazione occorre operare una distinzione tra costruzione, sistemazione/potenziamento e manutenzione [4].



Costruzione SN

Manutenzione SN

Fig. 6.1 Le diverse procedure di costruzione e manutenzione delle strade nazionali.

La **costruzione** consiste nella realizzazione ex novo di una strada nazionale. Gli interventi di **sistemazione/potenziamento** includono le modifiche strutturali – a loro volta soggette a vincoli – a una strada nazionale esistente.

Responsabilità in ambito di costruzione e sistemazione/potenziamento:

- In conformità all'articolo 20 LSN, i progetti generali delle strade nazionali sono soggetti ad approvazione da parte del Consiglio federale [4].
- La documentazione del progetto generale si basa sull'articolo 11 OSN [8].
- Ai sensi dell'articolo 26 LSN, i progetti esecutivi delle strade nazionali vengono approvati dal DATEC [4] che, in qualità di ente responsabile, con la decisione di approvazione dei piani conferisce tutte le autorizzazioni previste dal diritto federale. La documentazione necessaria a tal fine deve essere consegnata unitamente al dossier di progetto. Gli enti cantonali preposti alla salvaguardia di ambiente e acque forniscono consulenza alle autorità decisionali. L'impatto ambientale dei progetti autostradali è oggetto di valutazione da parte dell'UFAM; i Cantoni vengono coinvolti tempestivamente nell'ambito della relativa organizzazione progettuale. L'USTRA predispone il dossier di contenuto conforme all'articolo 12 OSN [8] e prende contatto con le istanze cantonali interessate (ad es. riguardo alle autorizzazioni ai sensi dell'art. 12 lett. m OSN [8]).
- Il DATEC delega di norma all'USTRA l'attuazione delle prescrizioni e dei relativi controlli.
- I progetti di dettaglio relativi alle strade nazionali vengono approvati dall'USTRA.

Per **manutenzione** si intendono gli interventi di rifacimento e i lavori strutturali progettati per una strada esistente. Le suddette misure sono soggette all'approvazione dell'USTRA, in conformità all'articolo 49a LSN [4]. Nell'espletare le mansioni in parola, l'USTRA è altresì responsabile dell'applicazione della legge sulla protezione dell'ambiente e della legge sulla protezione delle acque (art. 41 LPAmb [5], art. 48 LPAC [6]).

La manutenzione autostradale viene effettuata secondo il cosiddetto Piano di manutenzione delle strade nazionali (UplaNS) su tratti di circa 5-15 chilometri; tale pianificazione è volta a preservare sul lungo periodo la sostanza edilizia dell'infrastruttura viaria. I progetti



di mantenimento includono generalmente sistemazione/potenziamento e manutenzione. Le procedure di approvazione si basano sui punti summenzionati.

## 6.2 Costruzione e sistemazione/potenziamento

Di seguito si illustrano sommariamente gli standard per lo smaltimento delle acque di scarico stradali in considerazione del relativo stadio di progetto. I requisiti progettuali specifici sono improntati al Manuale tecnico USTRA Tracciato e ambiente [38] e ai vincoli appositamente definiti in collaborazione con la direzione di progetto e il Sostegno tecnico.

### 6.2.1 Progetto generale

Lo smaltimento delle acque reflue stradali è trattato nella seconda fase dell'esame dell'impatto sull'ambiente (EIA). In questa sede occorre formulare una strategia generale di drenaggio e verificare la necessità di un trattamento, definendo il bacino imbrifero e illustrando la procedura di smaltimento nonché gli eventuali impianti di trattamento.

### 6.2.2 Progetto esecutivo (AP)

La fase in questione riguarda tutti gli aspetti tecnici illustrati nel capitolo 4; al più tardi a questo stadio è necessario elaborare in dettaglio seguenti i punti.

- tutte le misure necessarie ai fini del drenaggio dell'autostrada e di eventuali tratti stradali adiacenti;
- definizione del bacino imbrifero;
- formulazione di una visione globale del deflusso delle acque reflue (incl. acque estranee, incidenti rilevanti, smaltimento ecc.);
- descrizione di decisioni e motivazioni pertinenti (requisiti, studio delle varianti, selezione della variante migliore) in modo che il progetto sia approvato senza intoppi dal DATEC;
- documentazione per la pubblicazione dei piani;
- definizione dei siti e del fabbisogno di terreno.
- Le fasi di lavoro fondamentali sono:
- definizione dei requisiti → capitolo 3;
- svolgimento dello studio delle varianti in considerazione dei vincoli specifici → capitolo 4;
- verifica della proporzionalità → capitolo 6;
- definizione della strategia di drenaggio con infiltrazione o trattamento (miglior variante);
- determinazione di ubicazione dell'impianto e fabbisogno di terreno;
- coinvolgimento dell'ente cantonale preposto alla protezione ambientale e raccolta di un parere in merito alla procedura scelta, da allegare al dossier di richiesta.

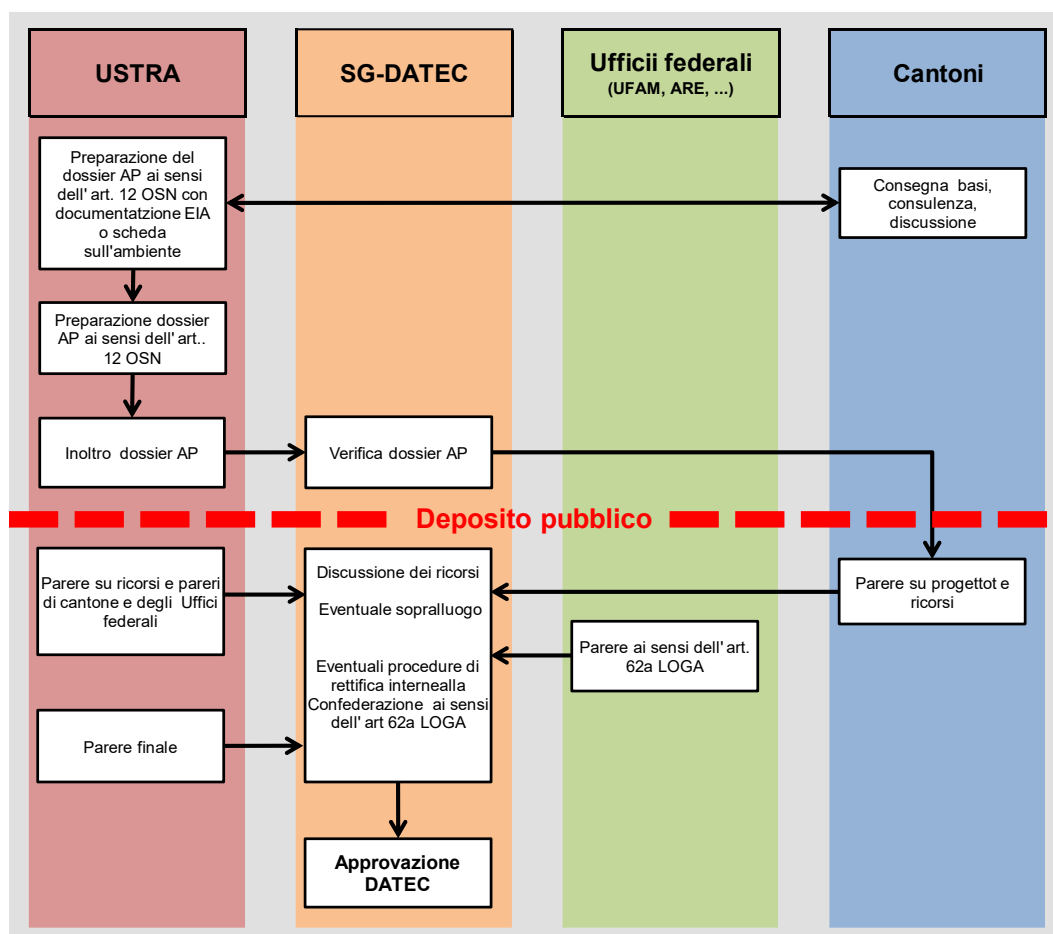


Fig. 6.2 Schema semplificato delle procedure di un progetto esecutivo con relative competenze.

### 6.2.3 Progetto di dettaglio

Il progetto di dettaglio per il trattamento delle acque di scarico:

- illustra nei particolari gli impianti di drenaggio previsti;
- descrive le singole fasi operative dei SABA eventualmente necessari;
- funge da base per la messa a punto delle planimetrie di emergenza dei corpi di intervento e per la stesura del manuale di esercizio e manutenzione;
- contiene tutte le informazioni necessarie per la messa a bando dei lavori (documentazione di appalto).

I contenuti e le prestazioni inerenti alla progettazione sono descritti nei relativi documenti del Manuale tecnico Tracciato e ambiente [38].

Nel predisporre la documentazione del dossier progettuale, la direzione di progetto è tenuta a garantire il coordinamento con gli altri ambiti specialistici (ad es. impiantistica di esercizio e sicurezza).

## 6.3 Manutenzione (UplaNS)

Di seguito si descrivono in via sommaria gli standard generali di progetto per lo smaltimento delle acque di scarico, con riferimento alle singole fasi di progettazione. I requisiti effettivi si basano sul Manuale tecnico USTRA Tracciato e ambiente [38] nonché sulle specifiche stabilite collegialmente da direzione di progetto e Supporto tecnico.

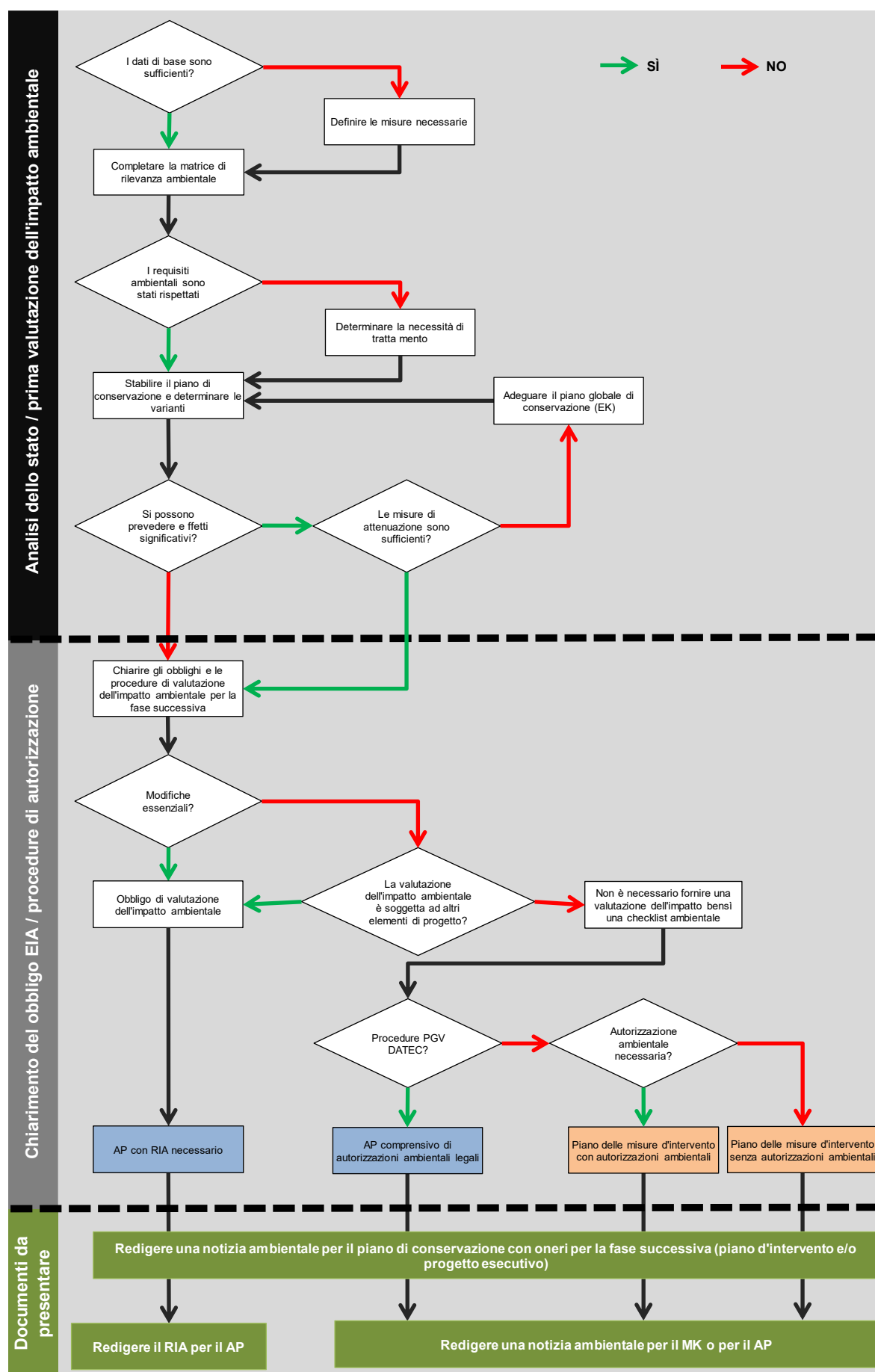


Fig. 6.3 Diagramma di flusso della pianificazione manutentiva.

### **6.3.1 Piano globale di manutenzione (EK)**

La strategia in questione raccoglie tutte le informazioni fondamentali per la valutazione dello stato; è necessario effettuare un raffronto esaustivo tra gli obiettivi prefissati e la situazione reale. I dati necessari in tal senso possono essere ottenuti d'intesa con la direzione di progetto presso gli enti cantonali competenti. È necessario elaborare un piano generale di drenaggio.

Se si prevedono modifiche di rilievo al sistema di drenaggio, nella successiva fase di progettazione occorre studiare un apposito progetto esecutivo corredato di strategia ad hoc; in alternativa si predispone un piano di intervento.

### **6.3.2 Piano di intervento (MK)**

Qualora il piano globale di manutenzione non richieda alcun progetto esecutivo SABA, nella fase in questione il progettista esamina nuovamente le specifiche di cui al capitolo 4 nonché le dimensioni dei componenti dell'impianto, in conformità alle schede tipo in allegato alla presente direttiva e al Manuale tecnico Tracciato e ambiente.

### **6.3.3 Progetto di intervento (MP)**

La struttura del progetto d'intervento deve presentare un grado di precisione e un contenuto informativo analoghi a quelli del progetto di dettaglio.

## 7 Manutenzione ordinaria

### 7.1 Sfere di competenza

La manutenzione ordinaria dei SABA spetta alle Unità territoriali; le relative operazioni sono indennizzate in base alla convenzione sulle prestazioni con l'USTRA. In relazione al monitoraggio del funzionamento ai sensi del punto 3.4.2 viene presentato un reporting annuale all'USTRA.

Ai sensi del punto 3.4.3 le filiali sono responsabili delle ispezioni. Questa attività comprende la verifica del funzionamento, i cui risultati confluiscono nella valutazione dello stato manutentivo dell'impianto.

### 7.2 Contenuti del manuale di esercizio e manutenzione, planimetrie di emergenza

#### 7.2.1 Infiltrazione o trattamento decentralizzati

L'infiltrazione decentralizzata nella scarpata e il trattamento nel sistema di canalette e cunette filtranti non richiedono alcun manuale di esercizio e manutenzione; in compenso assumono rilevanza i piani di cura manutentiva. È necessario redigere la seguente documentazione con rimando al Manuale tecnico Esercizio [37]:

- piani di cura manutentiva conformi ai requisiti per il drenaggio delle acque in banchina;
- planimetrie sinottiche del drenaggio stradale (inclusi i bacini imbriferi parziali e i punti di immissione delle canalette di scolo);
- sezione trasversale tipo della scarpata o della cunetta di scolo, con indicazione dei materiali costitutivi degli strati di suolo o del terreno filtrante.

#### **Planimetrie di emergenza:**

Le planimetrie in oggetto vanno ridotte a una scala adeguata per i corpi di primo intervento e, in presenza di canalette e cunette filtranti, integrate con i dispositivi di intercettazione installati e i tempi di deflusso.

#### 7.2.2 Trattamento centralizzato

Per i SABA sussistono vari metodi di trattamento e diverse combinazioni, da cui risultano numerose modalità operative che occorre definire in un manuale di esercizio e manutenzione.

#### **Considerazione generale:**

Il manuale di esercizio e manutenzione deve essere chiaro, comprensibile e conciso (vedi Manuale tecnico Esercizio [37] e Direttiva 16050 Sicurezza operativa Esercizio [22]).

Il **manuale di esercizio e manutenzione** è **contenutisticamente** più semplice nel caso di un SABA con filtro a sabbia vegetato rispetto a un impianto azionato elettricamente. Il seguente elenco funge da checklist di completezza:

- Descrizione generale e sintetica dell'impianto
- Dati tecnici relativi a dimensionamento / parametri
- Descrizione della procedura
- Schema dell'impianto e dell'opera con rappresentazione grafica dei 7 stati operativi: funzionamento normale (pioggia), pioggia intensa, tempo asciutto, acque estranee, incidente rilevante, manutenzione, guasto tecnico
- Elenco dei necessari lavori di manutenzione e controlli con relativi intervalli
- Elenco con piano di manutenzione delle opere a verde
- Lista dei fornitori, delle imprese incaricate della manutenzione ecc.

- Elenco degli uffici coinvolti (Comune, Cantone, Confederazione)

#### **Allegati:**

- Modulo per il verbale di esercizio e la rilevazione dati per il catasto SABA (MISTRA SABA)
- Piani esecutivi e relazione tecnica del responsabile di progetto («MISTRA SABA Date-nerfassungshandbuch» [49]).

#### **Planimetrie di emergenza:**

I seguenti elementi vanno raccolti in un manuale d'intervento separato:

- Planimetria sinottica dell'impianto con indicazione delle parti di interesse in caso di incidente rilevante, dispositivi di controllo/sbarramento, volumi di ritenzione ecc.
- Grafici dei 4 stati operativi: funzionamento normale, scarico, incidente rilevante, manutenzione
- Mappa sinottica del bacino imbrifero con relativi tempi di deflusso
- Piano di allarme
- Piano per la gestione di avarie e incidenti rilevanti, con istruzioni agli enti di pronto intervento per il corretto utilizzo degli elementi di sicurezza

## **7.3 Smaltimento**

Per smaltimento si intende il riciclaggio o la messa in discarica dei materiali inquinati, distinguendo tra impianti con accumulo di fango e sistemi con terreno filtrante.

### **7.3.1 Impianti con accumulo di fango**

Solo una parte del volume complessivo di fango prodotto sulle strade deriva dal trattamento delle acque di scarico: gli inquinanti sono presenti in misura comparabile anche nel materiale fangoso proveniente da caditoie aspirate, bacini di ritenzione per gli incidenti rilevanti, separatori delle particelle grossolane, bacini di accumulo ecc., motivo per cui è necessario un coordinamento con lo smaltimento relativo ai SABA.

Vale la seguente considerazione generale:

**Il fango formatosi deve essere raccolto evitandone il dilavamento.**

Il fango accumulato è fortemente inquinato e rientra pertanto tra i rifiuti speciali (ai sensi dell'ordinanza sul traffico di rifiuti (OTRif) [11]). Il materiale in parola può essere preso in carico esclusivamente da aziende specializzate in possesso di un'apposita autorizzazione cantonale; è in linea di principio vietato collocare il fango non pretrattato in discariche per materiali inerti. Per ridurre gli elevati costi di smaltimento, in varie regioni stanno sorgendo impianti di trattamento che separano la ghiaia e la sabbia dal fango; quest'ultimo è successivamente sottoposto a drenaggio per diminuirne il volume. Ghiaia e sabbia possono essere riutilizzate previo rispetto dei valori indicativi T previsti dalla direttiva sul materiale di scavo [42] → necessaria attestazione. Il fango pretrattato e drenato va infine smaltito in conformità all'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (OPSR) [12].

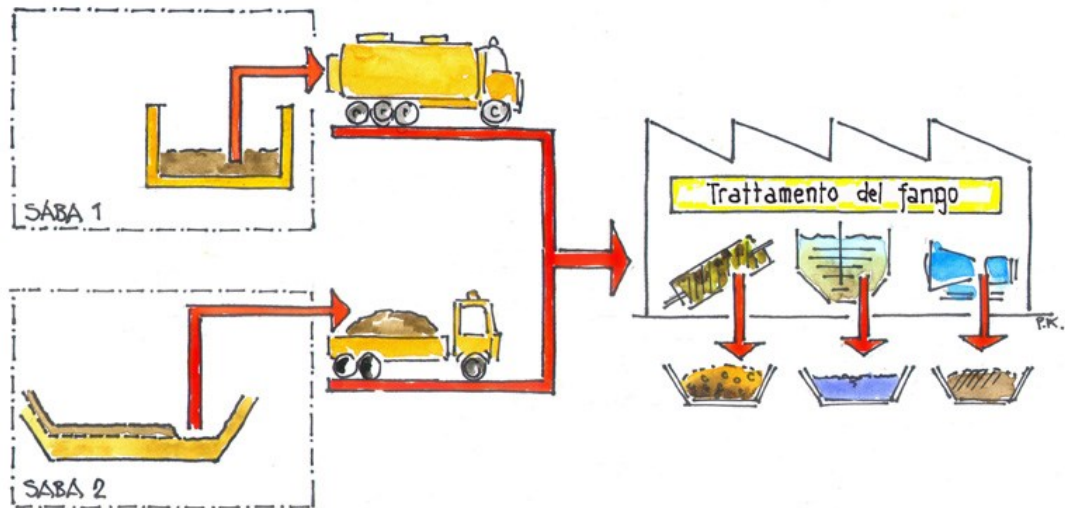


Fig. 7.1 Illustrazione generale del trattamento per impianti con accumulo di fango o terreni filtranti.

### 7.3.2 Impianti con filtro a sabbia vegetato e terreno filtrante

Il trattamento delle acque reflue stradali mediante terreno filtrante prevede l'accumulo degli agenti inquinanti nel suolo per un periodo più prolungato possibile. Le sostanze nocive si depositano principalmente negli strati superficiali.

Tutti gli strati di suolo e i terreni filtranti utilizzati per l'infiltrazione o il trattamento delle acque di scarico fanno parte di una struttura, poiché sono di pertinenza del sistema stradale (strato di suolo filtrante per l'infiltrazione nella scarpata) o di un impianto di trattamento (terreno filtrante nelle cunette/canalette di scolo o negli impianti di infiltrazione a terra). Ne consegue che i suddetti elementi non rientrano nella definizione di suolo ai sensi dell'O suolo [9]. Analogamente agli impianti con accumulo di fango, per la gestione del materiale di suolo contaminato si applicano l'articolo 30 della legge sulla protezione dell'ambiente [5] e l'OPSR [12].

Anche laddove non venga messa in atto un'infiltrazione decentralizzata a lato strada, parte delle acque di scarico finisce su scarpate e strisce erbose per effetto del vento e dei veicoli di passaggio. Il materiale di suolo interessato da questa esposizione deve rimanere all'interno dello spazio stradale e non può essere utilizzato in altro modo.

Anche in caso di funzionamento ideale del sistema, i filtri a sabbia vegetati e il terreno filtrante vanno prevedibilmente risanati dopo 30-50 anni; in questa sede occorre misurare la concentrazione di inquinanti nei diversi strati dell'impianto per individuare la procedura di smaltimento adeguata. Se anche a distanza di molti anni si ravvisa una prevalente concentrazione delle sostanze nocive negli strati superiori e in quello superficiale, occorre altresì valutare una procedura per il lavaggio del materiale inquinato. È necessario garantire il finanziamento dello smaltimento: il trattamento integrale del materiale filtrante contaminato come rifiuto speciale non è al momento prospettabile.





## Allegati

<b>I</b>	<b>Approfondimenti riguardanti le basi normative .....</b>	<b>51</b>
<b>II</b>	<b>Collocazione normativa della direttiva .....</b>	<b>54</b>
<b>III</b>	<b>Checklist per la raccolta delle informazioni di base .....</b>	<b>55</b>
<b>IV</b>	<b>Sistema a punti per la valutazione di costi e benefici .....</b>	<b>57</b>
<b>V</b>	<b>Schede tipo .....</b>	<b>60</b>
V.1	Drenaggio in banchina (infiltrazione nella scarpata) .....	61
V.2	Canalette e cunette filtranti .....	64
V.3	Filtro a sabbia vegetato .....	66
V.4	Filtro a ghiaia / a pietrisco .....	69
V.5	Filtro tecnico .....	71
V.6	Bacini di sedimentazione: trattamento principale .....	73



# I Approfondimenti riguardanti le basi normative

## Strade nazionali

Ai sensi dell'articolo 8 capoverso 1 della legge federale dell'8 marzo 1960 sulle strade nazionali (LSN; RS 725.11 [4]), le strade nazionali rientrano nella competenza e nella proprietà della Confederazione, che ne garantisce l'operatività e la manutenzione in conformità all'articolo 49 capoverso 1 LSN [4]. Oltre al corpo stradale, risulta di pertinenza delle strade nazionali l'integralità degli impianti funzionali alla corretta progettazione tecnica delle stesse, con particolare riferimento ai dispositivi operativi e manutentivi (art. 6 cpv. 1 LSN [4]). Ai sensi dell'articolo 26, il DATEC è preposto all'approvazione dei piani per i progetti esecutivi e al conferimento di tutte le autorizzazioni previste dal diritto federale; non sussiste la necessità di autorizzazioni e piani cantonali. Il diritto cantonale deve essere tenuto in considerazione nella misura in cui non comporti vincoli sproporzionati per la costruzione e l'esercizio autostradale. Ai sensi dell'articolo 46 dell'ordinanza del 7 novembre 2007 sulle strade nazionali (RS 725.111 [8]), l'USTRA provvede a una sufficiente manutenzione tecnica secondo criteri di economicità e pianifica gli interventi di mantenimento sul lungo periodo.

## Tutela delle acque

La legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPAC; RS 814.20 [6]) è intesa a scongiurare effetti negativi sulle acque superficiali e sotterranee. Ai sensi dell'articolo 7 LPAC [6], le acque reflue inquinate devono essere sottoposte a trattamento e possono essere immesse in un ricettore o infiltrate soltanto previa autorizzazione delle autorità competenti. L'articolo 6 e l'allegato 3 dell'ordinanza del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque (OPAc; RS 814.201 [13]) definiscono le condizioni da rispettare per l'immissione di scarichi contaminati in un corso d'acqua. L'infiltrazione degli stessi è in linea di principio vietata ai sensi dell'articolo 8 capoverso 1 OPAc [13]. Previo rispetto dei requisiti di cui all'articolo 8 capoverso 2 OPAc [13], le autorità hanno tuttavia la facoltà di autorizzare l'infiltrazione di acque reflue comunali o di altre acque di scarico con composizione comparabile; in particolare, queste ultime devono soddisfare i criteri per l'immissione in un corpo ricettore e ricevere un trattamento preliminare (mediante uno strato di suolo biologicamente attivo). In conformità alle disposizioni degli organi competenti, le acque di scarico non inquinate devono essere in prima istanza infiltrate; solo qualora le condizioni locali non consentano questa soluzione, previo via libera delle autorità preposte può avere luogo l'immissione in un corso d'acqua. In tal caso, occorre nei limiti del possibile prevedere misure di ritenzione (art. 7 cpv. 2 LPAC [6]).

Le acque reflue si considerano inquinate qualora possano contaminare un corso d'acqua in cui si immettono (art. 4 lett. f LPAC [6]). La valutazione al riguardo spetta alle autorità incaricate e si basa sui criteri di cui all'articolo 3 OPAc [13], secondo cui occorre tenere conto di tipologia, quantità, caratteristiche e tempi di accumulo delle sostanze inquinanti nonché dello stato del ricettore in cui si riversa l'acqua di scarico (art. 3 cpv. 1 OPAc [13]). Non è di norma considerata inquinata l'acqua piovana che defluisce da strade, vie e piazze, a condizione che sulle stesse non vengano trasbordate, lavorate o stoccate notevoli quantità di agenti potenzialmente inquinanti e che l'acqua meteorica venga sufficientemente depurata dall'infiltrazione nel suolo (art. 3 cpv. 3 lett. b OPAc [13]). In sede di valutazione quantitativa delle suddette sostanze occorre inoltre tenere conto del rischio di incidenti.

Le Istruzioni «Protezione delle acque nello smaltimento delle acque di scarico delle vie di comunicazione» [39] definiscono criteri chiari per valutare il grado di inquinamento idrico.

Ai sensi dell'articolo 15 LPAC [6], i titolari degli impianti di smaltimento delle acque di scarico devono garantire realizzazione, utilizzo e manutenzione a regola d'arte degli stessi e sono altresì tenuti a monitorarne la funzionalità a intervalli regolari.

L'articolo 15 capoverso 2 LPAC [6] attribuisce alle autorità cantonali il compito di controllare periodicamente gli impianti di trattamento delle acque reflue. In conformità all'articolo 48 LPAC [6], l'autorità federale che applichi un'altra legge federale o un trattato internazionale

è altresì responsabile, nell'espletare la suddetta mansione, dell'esecuzione della legge federale sulla protezione delle acque. Le decisioni da parte dell'organo in questione sono precedute da una consultazione dei Cantoni interessati; il controllo periodico dei sistemi di drenaggio delle strade nazionali è pertanto di competenza federale.

### **Incidente rilevante**

Le strade nazionali rientrano nel campo di applicazione dell'ordinanza del 27 febbraio 1991 sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR) [10], il cui scopo è tutelare la popolazione e l'ambiente da gravi pregiudizi a seguito degli eventi in questione. In sede di drenaggio delle acque reflue autostradali occorre pertanto osservare il suddetto testo normativo. Ai sensi dell'ordinanza si devono adottare tutte le misure necessarie e disponibili in base allo stato della tecnica della sicurezza che consentano di ridurre i rischi, siano integrabili sulla base dell'esperienza del titolare e risultino economicamente sostenibili; la Direttiva ASTRA 19001 [20] illustra in concreto le modalità di applicazione per le strade nazionali.

### **Smaltimento**

L'articolo 30 capoverso 3 della legge del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (LPAmb; RS 814.01 [5]) sancisce la necessità di smaltire i rifiuti in modo ecosostenibile. L'allegato 5 dell'ordinanza del 4 dicembre 2015 sui rifiuti (OPSR; RS 814.600 [12]) stabilisce in quali tipologie di discarica vadano smaltiti i diversi rifiuti e specifica i requisiti da rispettare. Per lo smaltimento ecosostenibile dei rifiuti speciali sono necessarie apposite misure tecniche e organizzative; in base all'ordinanza del 18 ottobre 2005, i suddetti materiali devono essere contrassegnati come tali mediante le cosiddette liste per il traffico di rifiuti [14]. Ai sensi dell'articolo 8 dell'ordinanza del 22 giugno 2005 sul traffico dei rifiuti (OTRif; RS 814.610 [11]), le aziende specializzate che prendono in carico i rifiuti in parola necessitano di un'autorizzazione rilasciata dalle autorità cantonali. L'OTRif regola le procedure di rilascio dei permessi e gli ulteriori accorgimenti organizzativi per lo smaltimento dei rifiuti speciali [11].

### **Protezione dei terreni agricoli e tutela delle superfici per l'avvicendamento delle colture (SAC)**

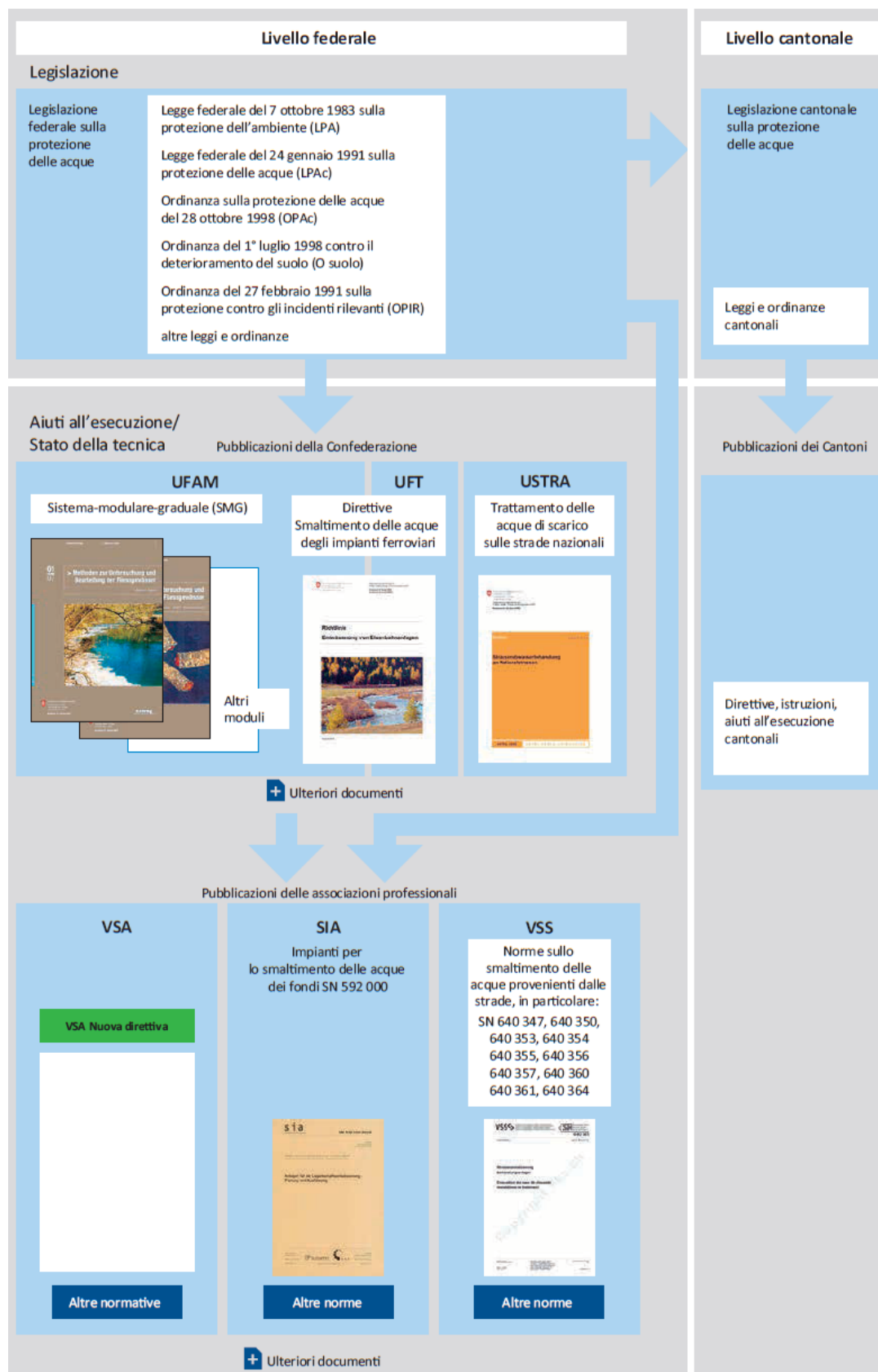
Ai sensi dell'articolo 75 della Costituzione federale [3] e dell'articolo 1 capoverso 1 della legge federale del 22 giugno 1979 sulla pianificazione del territorio (LPT; RS 700 [7]), Confederazione, Cantoni e comuni devono assicurare un utilizzo parsimonioso dei terreni. Tali enti supportano le misure di pianificazione territoriale, in particolare gli sforzi volti a proteggere le risorse naturali quali suolo, acqua, foreste e paesaggio (art. 1 cpv. 2 lett. a LPT [7]) e a garantire una sufficiente base di approvvigionamento per il Paese (art. 1 cpv. 2 lett. d LPT [7]). Le autorità incaricate delle attività pianificatorie devono riservare debita attenzione alla preservazione del paesaggio; occorre in particolare garantire la conservazione di sufficienti e adeguate superfici agricole coltivabili (art. 3 cpv. 2 lett. a LPT [7]).

Le superfici per l'avvicendamento delle colture (SAC) rientrano nelle aree coltivabili. Ai sensi dell'articolo 26 e seguenti dell'ordinanza del 28 giugno 2000 sulla pianificazione del territorio (OPT; RS 700.1 [15]) e in base al decreto del Consiglio federale dell'8 aprile 1992 relativo al Piano settoriale delle superfici per l'avvicendamento delle colture (PS SAC; BBl 1992 II 1649 [17]), le SAC sono soggette a protezione speciale (per quanto compete agli organi federali, vedi nello specifico l'art. 3 cpv. 1 [17]). La protezione delle SAC persegue molteplici obiettivi (sicurezza alimentare in termini generali e in tempi di crisi, protezione quantitativa e qualitativa del suolo, conservazione a lungo termine di terreno agricolo idoneo, preservazione delle aree verdi tra i centri abitati, potenziale di rigenerazione dell'agricoltura, ecc.) e si fonda su varie disposizioni costituzionali e legislative (in ambito di agricoltura, approvvigionamento nazionale, pianificazione territoriale e sostenibilità; vedi il rapporto PS SAC 1992 [17] e la Guida PS SAC 2006 [43]).

Secondo la giurisprudenza federale, è necessario attribuire grande rilevanza alla protezione dei terreni adibiti a coltura e alla salvaguardia delle superfici destinate all'avvicendamento perché il suolo è una risorsa limitata e non rinnovabile. L'utilizzo delle aree in esame è consentito solo qualora appaia giustificato da interessi di importanza superiore, da determinare mediante un'attenta ponderazione di carattere pianificatorio-territoriale (art. 3

OPT [15]). Questo presuppone in sostanza il comprovato vaglio di alternative prive o con minore impatto sui terreni destinati all'agricoltura e sulle SAC. Occorre inoltre garantire il mantenimento costante della percentuale minima di SAC destinata ai Cantoni (art. 30 cpv. 2 OPT [15] e PS SAC [17]). Nel caso in cui gli organi federali intendano sfruttare le SAC per l'esercizio di attività impattanti sul territorio, questi devono raccogliere per tempo il parere dell'ARE (art. 3 cpv. 2 DCF per PS SAC [17]); ai sensi della LPT, quanto esposto si estende a livello generale all'utilizzo dei terreni agricoli.

## II Collocazione normativa della direttiva



### III Checklist per la raccolta delle informazioni di base

#### 1. Utilizzo del suolo

- Piantina delle zone
- Terreni adibiti a coltura, in particolare superfici destinate all'avvicendamento (SAC)
- Proprietari terrieri
- Aree di protezione naturale e paesaggistica
- Foresta
- Piano catastale

#### 2. Topografia

- Taglio, argine, pendio
- Pendenza longitudinale in salita
- Terreno limitrofo (modello altimetrico)

#### 3. Traffico

- TGM
- Percentuale di mezzi pesanti
- Velocità

#### 4. Tracciato

- Pendenza trasversale
- Scarpate
- Barriere antirumore
- Tipologia di asfalto
- Ampiezza corsia di emergenza, banchine
- Superficie asfaltata
- Superfici in scarpata ecc.

#### 5. Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti

- Rapporti disponibili, rapporti brevi ai sensi dell'OPIR [10]
- Il grado di aggiornamento è sufficiente?

#### 6. Sistemi di drenaggio stradale esistenti

- Planimetrie complete e aggiornate
- Pozzetti di raccolta, caditoie
- Drenaggio in banchina
- Planimetria quotata delle canalizzazioni, diametro
- Dimensionamento idraulico
- Opere speciali, separatori di olio ecc.
- Punti di ingresso e uscita
- Stato dei sistemi di drenaggio, impermeabilità ecc.

#### 7. Interfacce

- Afflussi «dall'esterno»
- Punti di scarico delle acque reflue stradali nell'ambiente
- Collegamenti interni delle acque di scarico con altri mezzi (acque reflue domestiche, acque fluviali, drenaggi ecc.)

**8. Impiantistica di esercizio e sicurezza (BSA/IES)**

- Raccolta dei documenti attinenti al drenaggio

**9. Conduitture**

- Planimetrie di tutte le opere interrato all'interno e attorno al tracciato

**10. Superfici di siti potenzialmente contaminati**

- Informazioni estratte dai sistemi informativi geografici (SIG)

**11. Geologia, suolo**

- Studio della situazione da parte del geologo
- Determinazione della formazione geologica
- Raccolta delle caratteristiche del terreno da parte del tecnico del suolo
- Informazioni estratte dal catasto SAC

**12. Acque di falda**

- Mappe di infiltrazione (PGS)
- Aree di protezione delle acque, zone e aree di protezione delle acque di falda  
→ cartine della protezione delle acque (SIG);
- Livello della falda freatica e soggiacenza minima
- Vulnerabilità → eventualmente: idrogeologo

**13. Corpi idrici**

- Descrizione dei possibili corpi ricettori
- $V_G$ ,  $Q_{347}$ ;
- Inondazioni, livelli di piena
- Stato delle acque, rapporti disponibili
- Possibilità di rivitalizzazione con assegnazione di priorità

**14. Strutture pianificate per il drenaggio delle acque reflue**

- Piano generale di smaltimento delle acque (PGS)
- Piano regionale di smaltimento delle acque (PRS)
- Piani consortili di smaltimento delle acque

**15. Archeologia / paleontologia**

- Mappa dei siti di rinvenimento di reperti e delle aree di rinvenimento potenziale, indicazione degli strati ricchi di fossili (vedi paleontologia [19]).



## IV Sistema a punti per la valutazione di costi e benefici

(Si rimanda al cap. 5)

Il seguente sistema a punti funge da base per la valutazione della proporzionalità.

Il punteggio totale attribuito ai benefici è diviso per quello riferito ai costi. Se il quoziente è minore di 0,7, l'impianto comporta costi sproporzionati.

*Fig. IV.1 Valutazione di costi e benefici*

Indicatori di beneficio	Punti valutazione
<b>Riduzione delle emissioni</b>	
<b>A</b> Volume di traffico	log TGM
<b>B</b> Situazioni varie a emissioni elevate	
<b>B1</b> Incrocio, imbocco, coda / collo di bottiglia	1
<b>B2</b> Salita	max 1, per 8%
<b>B3</b> Elevata percentuale di traffico merci	max. 1, per 8%
<b>C</b> Minore esposizione al vento per via di barriere antirumore, tratti in trincea o simili	su un lato 0,5 ambo i lati 1
<i>Totale indicatori legati alle emissioni</i>	
$\Sigma Da A a C$	
<b>D</b> Grado di efficienza complessiva	Grado di efficienza $\eta_{tot}$
<i>Miglioramento bilancio degli inquinanti:</i>	
$= \text{Totale relativo alle emissioni} * \text{Grado di efficienza}$	
<b>Quadro immissioni</b>	
<b>E</b> Utilizzo dell'acqua nel corpo idrico	Area di protezione $A_u, A_o = 1$
<b>F</b> Habitat sensibile e di pregio	max. 2
<b>G</b> Dimensione - corso d'acqua: rapporto di immissione V - corpo idrico fermo: superficie f, ha	Reciproco del rapporto di immissione V; max. 2 (per immissione senza impianto di trattamento)
<b>H</b> Livello di inquinamento evitato con trattamento preventivo per saturazione e infangamento	max. 2
<b>I</b> Infiltrazione delle acque reflue	L'impianto conduce alla filtrazione = 2
<b>Miglioramento bilancio inquinanti</b>	
<b>Totale punteggio benefici</b>	
<b>+ Somma da E a I</b>	
<b>Osservazioni</b>	
<b>A</b>	La correlazione fra il traffico medio giornaliero e le emissioni è evidente; di contro, non sussiste un chiaro nesso fra traffico intenso e inquinamento delle acque di scarico stradali.
<b>B</b>	In base alle Istruzioni UFAM
<b>C</b>	Maggiore efficacia dell'impianto poiché vengono trattenuti più agenti inquinanti
<b>D</b>	Occorre tenere conto dell'eventuale influenza delle acque estranee.
<b>Considerazioni relative alle immissioni</b>	
<b>*</b>	La valutazione si riferisce al tratto di corso d'acqua che beneficia del trattamento, ossia al punto di immissione nello stato in cui si trova in assenza della misura esaminata. I punti vengono assegnati anche qualora le acque reflue vengano infiltrate o scaricate nel sistema misto e non si effettui alcuna immissione.
<b>F</b>	Criteri: acque soggette a particolare tutela, corpi idrici naturali; habitat per specie animali a rischio
<b>G</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riferimento per carico idraulico, erosione e concentrazione di inquinanti</li> <li><math>1/V = HQ_{1(stada)}/Q_{347(corso\ d'acqua)}</math>, flusso di dimensionamento in direzione dell'impianto / deflusso di acqua piovana nel corso d'acqua</li> <li>L'elevata sensibilità di corpi idrici fermi comporta necessariamente l'attribuzione di un punto</li> </ul>
<b>H</b>	In base al metodo STORM: controllo visivo da parte di un tecnico idrologo, risultati previsti o calcolati per immissioni future.
<b>I</b>	Ciclo naturale dell'acqua, tutela quantitativa delle acque di falda; la protezione qualitativa delle stesse è considerata un presupposto.

Indicatori relativi ai costi		Punti valutazione
<i>Costi</i>		
<b>J</b>	Costi annui per ettaro <small>superficie stradale</small>	4000.– CHF/a/ha = 1
<b>Ripercussioni negative sull'ambiente</b>		
<b>K</b>	Il trattamento richiede un pompaggio.	SI = 2 No = 0
<b>L1</b>	Consumo di terreno	500 m <sup>2</sup> /ha = 1
<b>L2</b>	Rilevanza del terreno richiesto	Proprietà fondiaria USTRA = 0 Area edificabile = 1 Terreni agricoli (senza SAC) = 2 Foresta, superficie avvicendamento culturale (SAC) = 3 Area paesaggistica protetta, valore naturalistico = 4
<b>L</b>	Fabbisogno di terreno	= L1 * L2
<b>Effetti dell'immissione in un sistema misto</b>		
<b>M1</b>	Percentuale acqua piovana scaricata da sistema misto	percentuale di scarico, 50% = 1
<b>M2</b>	Dimensioni dell'IDA	$\log(100\,000/AE_{\text{bacino imbrifero IDA}})$ , max. 2
<b>Totale punteggio costi</b>		<b>Somma da J a M</b>

Osservazioni	
<b>J</b>	Al netto dei costi legati a ulteriori misure altrimenti necessarie, la cui funzione comprende o rende superfluo il trattamento delle acque di scarico (ad es. bacini di avaria), inclusa la stima dei costi operativi e di smaltimento.
<b>K</b>	Impatto operativo, organizzativo ed ecologico del ricorso all'elettromeccanica. Le conseguenze dirette in termini di costi sono contenute in A.
<b>M1</b>	Scarico di acque miste al posto delle acque reflue stradali trattate. Tramite la ritenzione delle acque di scarico stradali è possibile ridurre o evitare questo inquinamento idrico (di norma con oneri aggiuntivi).
<b>M2</b>	IDA di piccole dimensioni: rendimento di depurazione inferiore e maggiore impatto ambientale.

I punteggi sono stati stabiliti a seguito di considerazioni sostanziali e verificati sulla base di esempi pratici (USTRA/SWR, 2011, [45]). Come riferimento ci si è avvalsi di un sistema di smaltimento con impianto di trattamento semplice (ad es. con requisiti standard, senza pompa), in grado di proteggere un grande corso d'acqua da scarichi stradali fortemente inquinati. Gli oneri legati a tale opera, che richiede risorse notevolmente maggiori rispetto al drenaggio in banchina, sono oggi ritenuti proporzionati. I costi aggiuntivi non derivano principalmente dall'impianto di trattamento, ma dal sistema di canalizzazione.

I punti non devono essere considerati come grandezze matematiche, ma vanno attribuiti e valutati per analogia. Il calcolo delle funzioni si limita a una cifra decimale: la scelta non è intesa a generare una parvenza di accuratezza, bensì a evitare gli sbalzi valutativi che si presenterebbero determinando soglie con numeri interi.

Tab. IV.1 Calcolo tabellare relativo a due esempi reali tramite sistema a punti

Progetto, variante:		Impianto 1 (RFB, con pompe)		Impianto 2 (bacini di filtrazione)		
Bacino imbrifero: superficie stradale trattata		Ha (EZG)	4.8	11.0		
Quantità di acqua di scarico immessa $Q_e$		l/s (ipotesi 60 mm/h = 167 l/s/ha)	723	1386		
Capacità dell'impianto		l/s	21.6	2000		
Corpo ricettore (senza impianto di trattamento)			Canale della Linth 10 000	Birs 3100		
- Corso d'acqua: Q347						
- Corpo idrico fermo: superficie F		l/s ha				
Indicatori (e unità di misura)			Dati identif.	Punti	Dati identif.	Punti
Indicatori dei benefici						
Riduzione delle emissioni						
A	Volume di traffico (logTGM)	(TGM = traffico giornaliero medio)	41 000	4.6	12 000	5.1
B1	Incrocio, imbocco, collo di bottiglia	(si = 1, no = 0)	no	0	no	0
B2	Salita (in %)	1/8 pt. = 1%, max. 1 Pt.	0%	0.0	0%	0.0
B3	Percentuale trasporto merci	1 p t. ogni 8%	5%	0.6	10%	1.3
C	Barriere antirumore a bordo carreggiata	0.5 pt. per ciascun lato	nessuno	0.0	nessuno	0.0
Totale punti da A a C				5.2		6.3
D	Grado di efficienza complessiva		83%		80%	
Totale da A a C per grado di efficienza complessiva				4.3		5.1
Quadro immissioni						
E	Utilizzo delle acque nel corpo idrico, area di protezione	Area di protezione acque $A_o / A_u$ ? (si = 1, no = 0)	no	0.0	no	0.0
F	Habitat sensibile e di pregio	Livello ecomorfologico F <sup>1</sup>	Classe III e IV (bassa)	0.0	Classe II (media)	1.0
G	Dimensioni del corpo idrico - corso d'acqua: rapporto d'immissione V - corpo idrico fermo: superficie F, ha	$1/V = Q_e/Q_{347}$ , max 2 $1 + 1/F$ , max. 2	13.8 0.0	0.1 0.0	2.2 0.0	0.4 0.0
H per:	Livello di inquinamento evitato con trattamento preventivo saturazione, infangamento	no = 0, medio = 1, alto = 2	no	0.0	no	0.0
I	Infiltrazione delle acque reflue	si = 2, no = 0	no	0.0	si	2.0
Totale punteggio benefici				4.4		8.5
Indicatori relativi ai costi						
	Costi di costruzione (costi aggiuntivi per trattamento)	CHF	7 386 996		1 280 000	
	Percentuale installazioni, EMSR	Quantità ausiliaria per ammort.	10%		6%	
	Ammortamento	CHF/a	182 213		29 184	
	Costi operativi, manutentivi e di smaltim.	CHF/a	23 966		55 000	
	Costi annuali	CHF/a	206 179		84 184	
J	Costi annuali per ha	per 4000 CHF/a/ha(EZG) = 1	43 000	10.8	7700	1.9
K	Il trattamento richiede il pompaggio dell'acqua	si = 2 no = 0	si	2.0	no	0.0
L1	Consumo di terreno per l'impianto m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup> /ha(EZG) = 1	2600	1.1	2500	0.5
L2	Rilevanza del terreno richiesto	Perimetro USTRA = 0 Area edificabili = 1 Terreno agricolo (no SAC) = 2 Foresta, avv. colture (SAC) = 3 Area protetta = 4	USTRA	0	Giardini familiari	1
L	Fabbisogno di terreno	= L1 * L2		0.0		0.5
M1	Percentuale acqua piovana scaricata da sistema misto (come da piano immissione GEP/VGEP)	Percentuale scaricata, 50% = 1		0.0		0.0
M2	Dimensioni dell'IDA	log (1 000 000/ AE IDA)		0.0		0.0
Totale punteggio costi				12.8		2.4
Quoziente benefici/costi				0.3		3.6

## Legenda

compilare

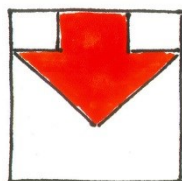
compilare per l'allaccio al sistema misto comunale

<sup>1</sup> Vollzug Umwelt BAFU, Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Ökomorphologie Stufe / F. Pubblicazione in Internet a cura di alcuni Cantoni e Comuni (non disponibile in italiano)

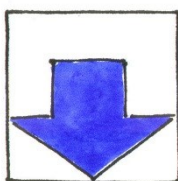
<sup>2</sup> Rendimento complessivo SST (solidi sospesi totali): dati del progetto o secondo stato dell'arte  
 Suolo filtrante 90% (default)  
 Filtro a sabbia 80% - 85%  
 Split 70%

La realizzazione dell'impianto 1 non risulta opportuna: gli oneri (anche a causa dei costi elevati) sono doppi rispetto ai benefici. L'impianto 2 ottiene di contro buoni risultati.

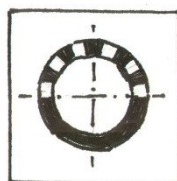
## V Schede tipo



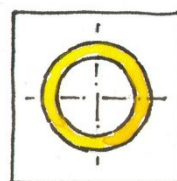
Opere di presa



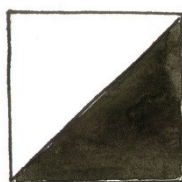
Opere di scarico



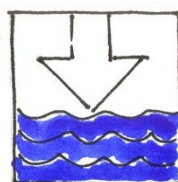
Drenaggio



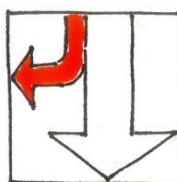
Condotte di trasporto



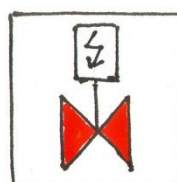
Scaricatore



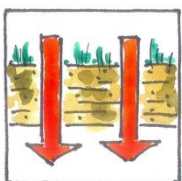
Immissione in  
acque superficiali



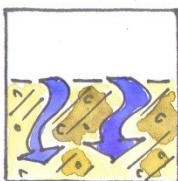
Separazione  
acque estranee



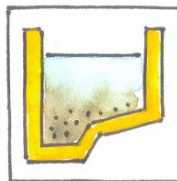
Saracinesca in caso  
di incidenti rilevanti



Terreno filtrante



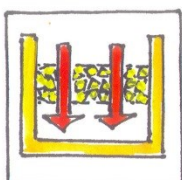
Infiltrazione



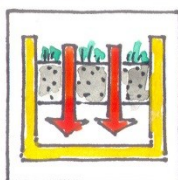
Bacino di  
decantazione



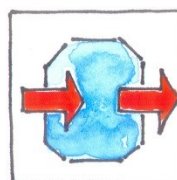
Bacini di deposito  
fanghi



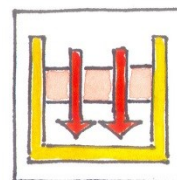
Filtro a ghiaia/  
a pietrisco



Filtro a sabbia



Filtro tecnico



Letto assorbente

Fig. V.1 Simboli utilizzati.

## V.1 Drenaggio in banchina (infiltrazione nella scarpata)

### V.1.1 Funzionamento

- La pendenza longitudinale fa defluire le acque di scarico verso i lati della carreggiata, da dove scorrono superficialmente in direzione delle adiacenti strisce erbose o della scarpata; qui il loro deflusso è ostacolato dalla vegetazione e dallo strato vegetale. Una prima parte degli agenti inquinanti si deposita in superficie. La successiva infiltrazione nello strato di suolo contribuisce alla ritenzione delle sostanze nocive residue.
- La capacità di infiltrazione dello strato di suolo è garantita dal manto di vegetazione.
- Ritenzione in caso di incidente rilevante: riduzione del rischio di inquinamento ambientale grazie alla lenta infiltrazione nello strato di suolo. Rispetto allo scarico nei canali di raccolta, questa procedura garantisce più tempo per intervenire. Lo strato di suolo contaminato deve essere sostituito.
- La manutenzione in caso di infiltrazione nella scarpata è analoga a quanto previsto per le scarpate piantumate.
- Durata di esercizio: una striscia di verde larga 1 metro con terreno filtrante è in grado di trattenere o degradare le sostanze inquinanti provenienti da una strada intensamente trafficata per un periodo pari o superiore a 50 anni o, in base al filtraggio dei sedimenti.



Fig. V.2 Schema del sistema.

### V.1.2 Dimensionamento

Strato di suolo filtrante nelle scarpate:

- Il suolo filtrante è costituito da uno strato superiore (orizzonte A) oppure da uno strato superiore e uno inferiore (orizzonte A e B). In ogni caso, lo strato di suolo deve presentare uno spessore complessivo di almeno 40 centimetri (perpendicolarmente alla superficie).
- Proprietà dello strato di suolo: buona capacità di infiltrazione, sufficiente volume dei pori, pochi pori di grandi dimensioni, adeguato tenore di argilla, non compattato, sufficiente materiale organico.
- Gli strati di suolo con percentuale di argilla superiore al 25% sono da evitare; è auspicabile una quota più consistente di sabbia e sabbia fine. I terreni calcarei presentano il vantaggio del pH stabilmente maggiore di 7, che impedisce la mobilitazione dei metalli pesanti. I terreni con valore di pH inferiore a 5 vanno evitati. L'humus dello strato superiore lega gli inquinanti organici tramite strutture complesse e assorbe i metalli pesanti disciolti.
- Strato superiore (orizzonte A):
  - Lo spessore dello strato raggiunge i 15-25 cm, con un tenore di argilla > 10%.
  - Lo spessore dello strato raggiunge i 50 cm, con un tenore di argilla < 10%.
  - Alta percentuale di sostanze organiche.
  - Saturazione della capacità di infiltrazione al di sotto delle radici dell'erba  $\geq 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$ .
  - Peso specifico apparente della terra fine  $\leq 1,3 \text{ g/cm}^3$  (porosità complessiva  $\geq 50\%$ ).
- Strato inferiore (orizzonte B):
  - Presenta fondamentalmente gli stessi requisiti dello strato superiore.
  - Minore percentuale di sostanze organiche (massimo 1%).
  - Capacità di drenaggio leggermente inferiore rispetto allo strato superiore.
  - Lo strato inferiore è facoltativo se quello superiore misura più di 40 centimetri.

### V.1.3 Idraulica

- Larghezza della fascia di infiltrazione = larghezza della scarpata + larghezza dell'eventuale cunetta.
- Determinazione della capacità drenante della fascia di infiltrazione (valore rilevato da un tecnico del suolo, di norma 0,4-1,0 l/min per m<sup>2</sup>).
- Pioggia di dimensionamento: intensità della precipitazione  $z=1$  (SN-640 350 [26]), con valori maggiori di  $z=1 \rightarrow$  possibile ristagno sulla corsia di emergenza o predisposizione di un adeguato sistema di scarico.
- La capacità dell'impianto è determinata da 1 o 2 fasi. 1: infiltrazione nell'apposita fascia; 2: eventuale ritenzione nella cunetta.
- Se la scarpata è sufficientemente ampia e non sono necessarie cunette: capacità drenante della fascia di infiltrazione = deflusso dalla strada con  $z=1$ .
- Calcolo della scarpata dotata di cunetta variando il tempo, con  $z=1$ . Ottimizzazione della superficie drenante e del volume di ritenzione mediante adeguamento di ampiezza della fascia di infiltrazione e volume di ritenzione nella cunetta  $\rightarrow$  procedura iterativa.

### V.1.4 Indicazioni per la progettazione

- Il materiale di suolo adatto è quello già presente nella scarpata o nelle strisce erbose
- Per la progettazione e la costruzione occorre consultare un tecnico del suolo.
- Si raccomanda lo scarico in una cunetta parallela al tracciato e dotata di strato superiore (oppure superiore e inferiore): questo consente l'accumulo delle acque di scarico, il trattenimento (ritenzione) e l'infiltrazione su larga scala.
- Vegetazione:
  - È necessaria una spessa copertura a prato dello strato superiore.
  - È consentita la presenza di arbusti nella misura in cui questi non soppiantino la spessa copertura a prato.
  - Per la seminatura occorre utilizzare un mix di sementi locali e adatti al luogo.
- Pendenza longitudinale superiore al 3%  $\rightarrow$  necessaria protezione contro l'erosione.
- Il transito è consentito ai soli veicoli da sfalcio.
- Occorre prevedere la possibilità di attraversamento da parte di mezzi pesanti.
- Bisogna tenere conto della quantità supplementare di inquinanti durante il periodo di esercizio (deposito previsto di sostanze nocive nell'arco di 30 anni). Si deve prevedere un leggero aumento di superficie dovuto agli accumuli.
- Durante la progettazione occorre considerare la portata di picco alla stregua di un sovraccarico. Dove viene convogliata l'acqua in surplus?

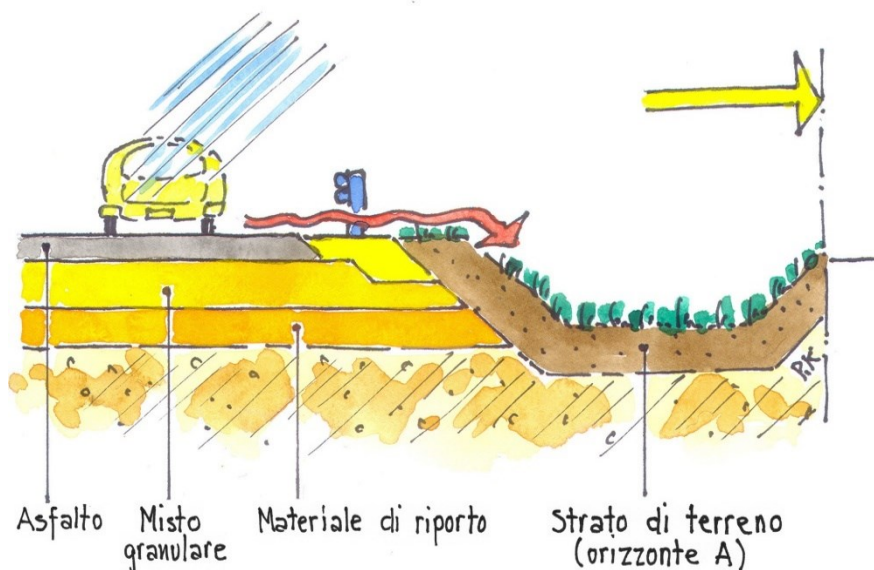


Fig. V.3 Variante con strato superiore e cunetta.

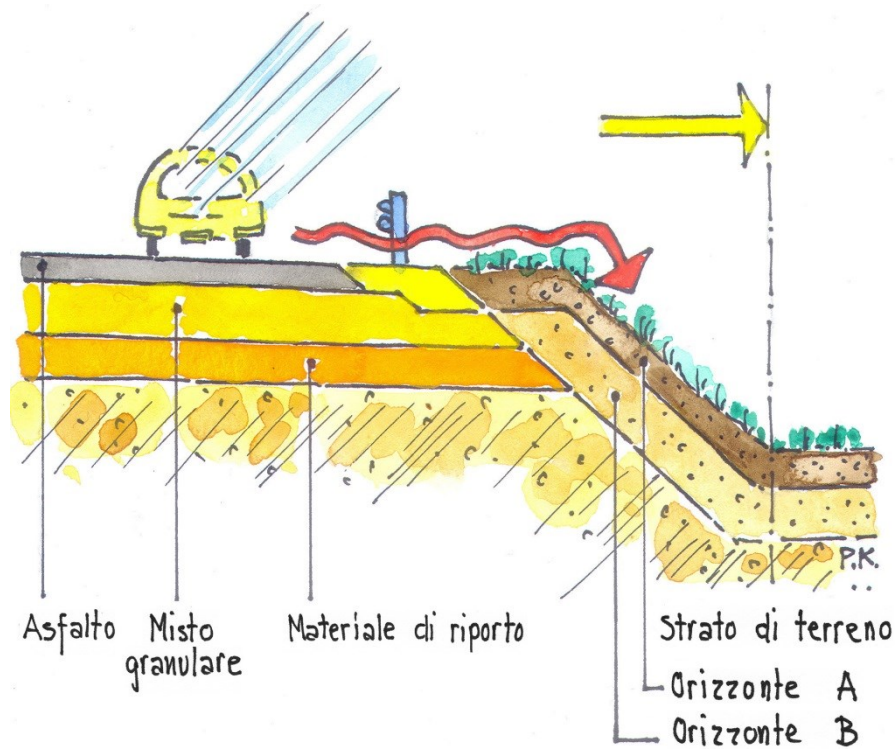


Fig. V.4 Variante con strato superiore e inferiore – solo scarpata senza cunette.

#### V.1.5 Norme, schede tecniche ecc.

- SN 640 340a Strassenentwässerung – Grundlagen [28];
- Manuale tecnico USTRA[38].
- VSS 40 354 [30]
- ASTRA 88006 Versickerung des Strassenabwassers der Nationalstrassen [50]
- ASTRA 88011 Versickerungspotenzial für das Strassenabwasser entlang der Böschungen der Nationalstrassen [51]



## V.2 Canalette e cunette filtranti

### V.2.1 Funzionamento

- Trattamento in strutture lineari e parallele alla strada tramite terreno filtrante vegetato.
- La raccolta delle acque di scarico trattate avviene tramite condotte di drenaggio nella cunetta a fondo impermeabilizzato.
- La capacità di infiltrazione del terreno filtrante è garantita dalla vegetazione.
- Le acque estranee possono essere convogliate in canali di drenaggio o di raccolta.
- In caso di incidente rilevante: ritenzione nel terreno filtrante ed eventualmente in modo centralizzato nella condotta di raccolta.
- Immissione in acque superficiali o infiltrazione.

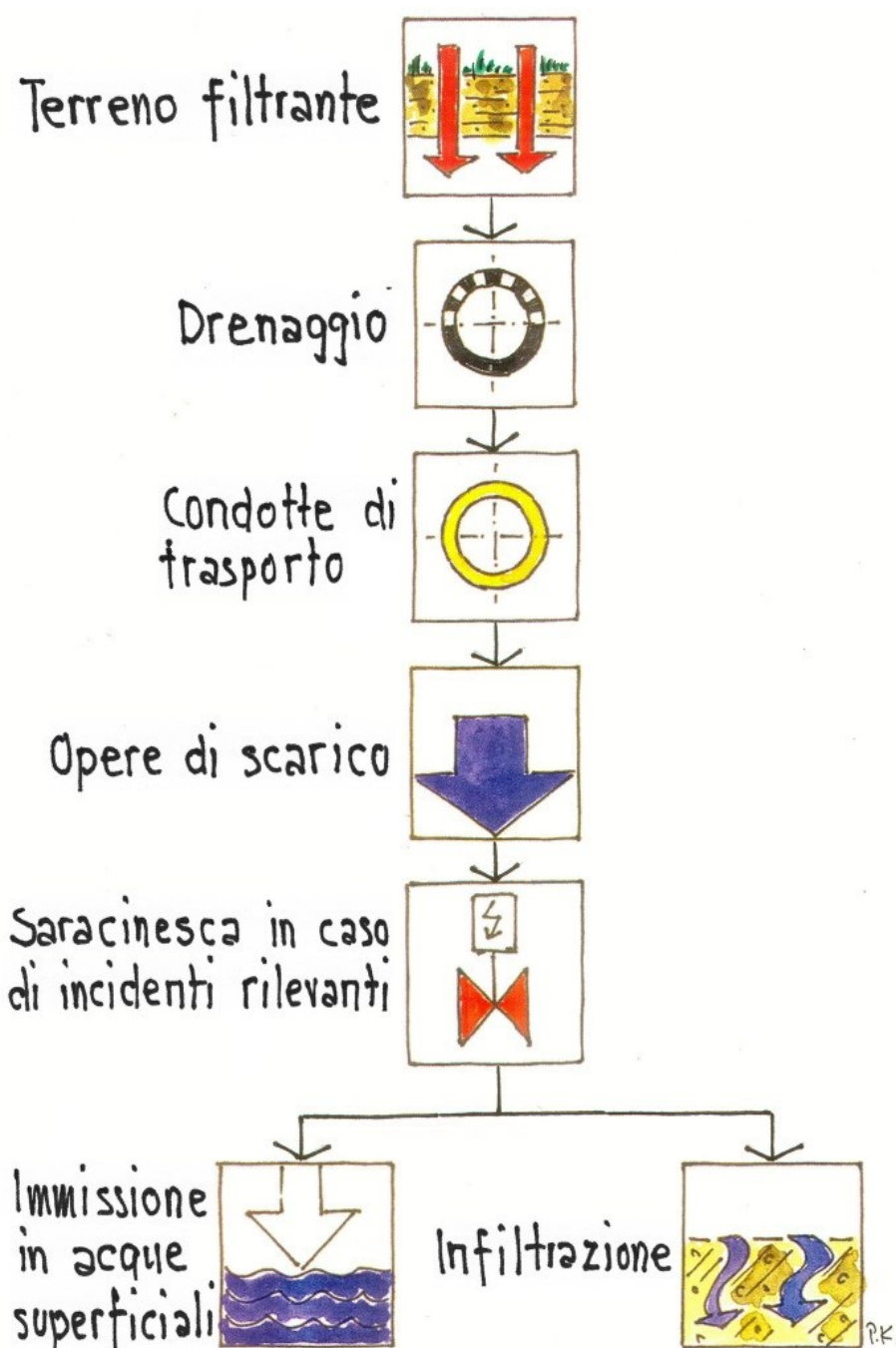


Fig. V.5 Schema del sistema.



### V.2.2 Dimensionamento

- Ampiezza della fascia di terreno filtrante = larghezza scarpata + larghezza cunetta
- Determinazione della capacità drenante della fascia di terreno filtrante (valore rilevato da un tecnico del suolo, di norma 0,4-1,0 l/min per m<sup>2</sup>).
- Pioggia di dimensionamento: intensità della precipitazione  $z=1$ ; con valori superiori a  $z=1 \rightarrow$  possibile ristagno sulla corsia di emergenza o predisposizione di un adeguato sistema di scarico.
- La capacità dell'impianto è determinata da tre fasi.
  1. Passaggio attraverso il terreno filtrante nelle cunette
  2. Ritenzione nelle cunette
  3. Troppo pieno nei pozzetti di raccolta
- Calcolo di 1 e 2 con modifica del tempo, con  $z=1$ . Ottimizzazione di superficie drenante e ritenzione mediante adeguamento in ampiezza delle cunette e del volume di ritenzione nelle stesse  $\rightarrow$  procedura iterativa. Il flusso nei pozzetti di raccolta (3) può essere progettato in modo da impostare una ritenzione fino alle corsie di emergenza.

### V.2.3 Indicazioni per la progettazione

- Il materiale adeguato per il terreno filtrante è quello già presente nella scarpata o nelle strisce erbose.
- Per la configurazione del suolo valgono le medesime linee guida dell'infiltrazione in banchina  $\rightarrow$  scheda tipo n. 1.
- Per la progettazione e la costruzione occorre consultare un tecnico del suolo.
- Per la seminatura occorre utilizzare un mix di sementi locali e adatti al luogo.
- È necessario impermeabilizzare le trincee rispetto al sottosuolo circostante (impermeabilizzante geosintetico con argilla).
- Pozzetti di raccolta a filo della superficie  $\rightarrow$  progettazione sicura per la piccola fauna (protezione dei rettili).
- I pozzetti devono disporre di coperchi anti-otturazione per lo scarico.
- Pendenza longitudinale superiore al 3%  $\rightarrow$  necessaria protezione contro l'erosione.
- Il transito sulla cunetta è consentito ai soli veicoli da sfalcio.
- Occorre prevedere la possibilità di attraversamento da parte di mezzi pesanti.
- Bisogna tenere conto della quantità supplementare di inquinanti durante il periodo di esercizio (deposito previsto di sostanze nocive nell'arco di 30 anni). Si deve prevedere un leggero aumento di superficie dovuto agli accumuli.
- Durante la progettazione occorre considerare la portata di picco alla stregua di un sovraccarico. Dove viene convogliata l'acqua in surplus? Non è consentito lo scarico in aree di protezione delle acque di falda.

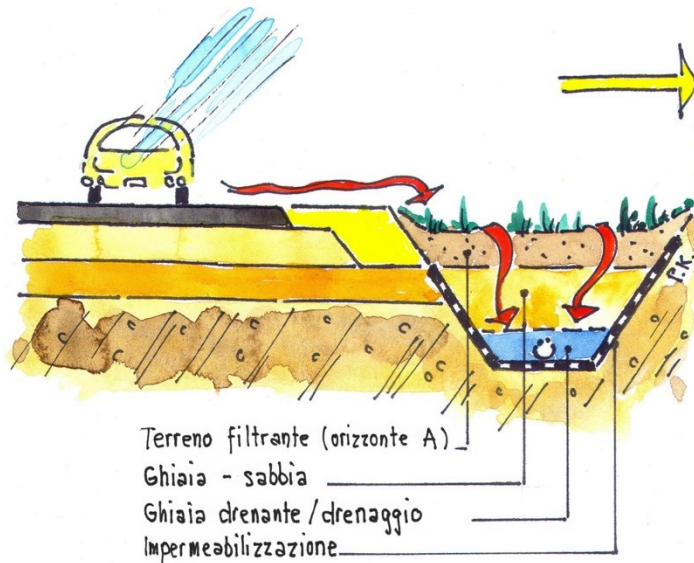


Fig. V.6 Schema della sezione trasversale.

#### V.2.4 Norme, schede tecniche, ecc.

- SN-640 340a Strassenentwässerung – Grundlagen [28];
- SN-670 125a Filtermaterialien [29];
- Manuale tecnico USTRA [38].
- VSS 40 354 [30]
- ASTRA 88006 Versickerung des Strassenabwassers der Nationalstrassen [50]
- ASTRA 88011 Versickerungspotenzial für das Strassenabwasser entlang der Böschungen der Nationalstrassen [51]

### V.3 Filtro a sabbia vegetato

#### V.3.1 Funzionamento

- Le acque estranee devono essere separate prima del filtro a sabbia con un sistema che garantisca la ritenzione in caso di avaria, indipendentemente dalla collocazione a monte o a valle del bacino di sedimentazione.
- Filtrazione centralizzata tramite lo strato di sabbia coperto di vegetazione (al di sopra e nel filtro a sabbia → flusso verticale).
- La vegetazione garantisce la capacità drenante dello strato con filtro a sabbia.
- Ritenzione in bacino filtrante.
- Il flusso in uscita dal filtro a sabbia è ridotto alla velocità di filtrazione desiderata.
- Il pretrattamento è di norma effettuato in un bacino di sedimentazione appositamente dimensionato.

Immissione in acque superficiali o infiltrazione.

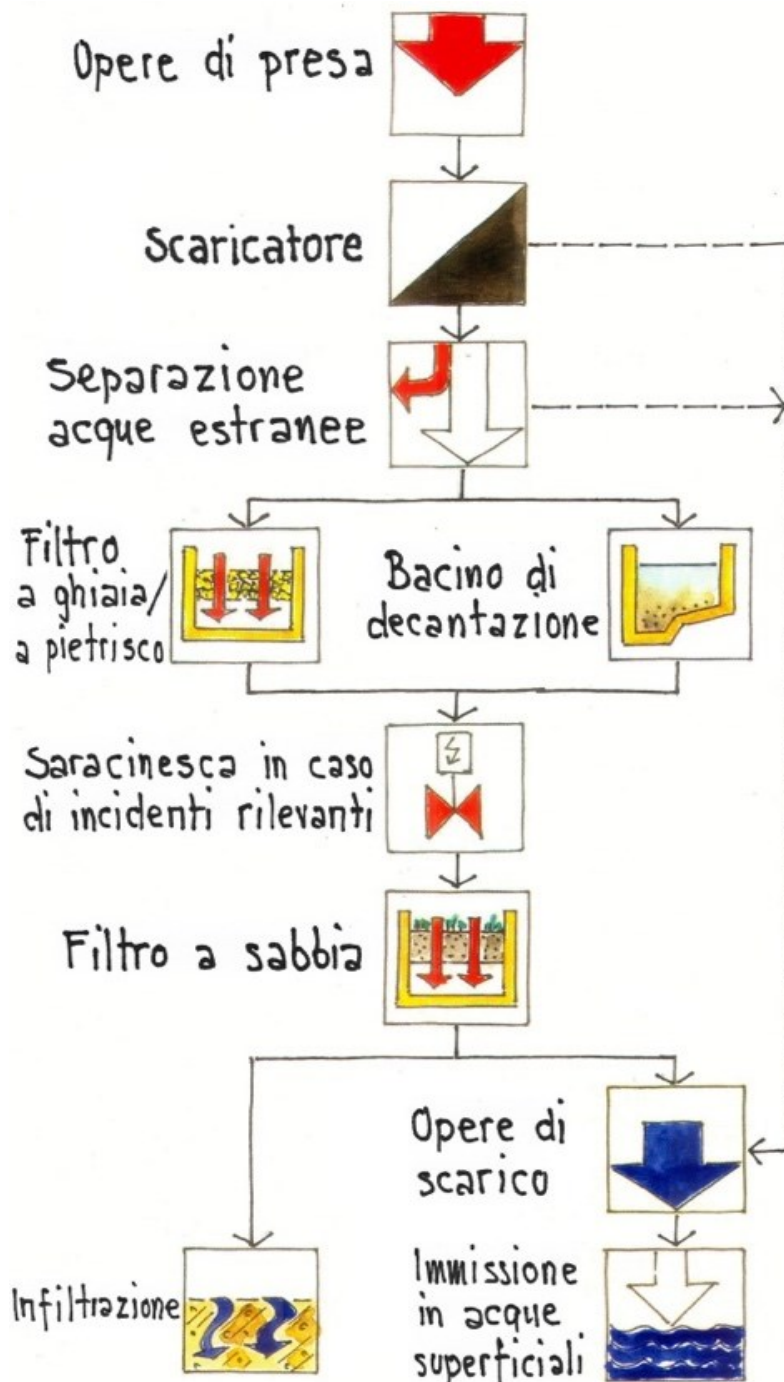


Fig. V.7 Schema del sistema.

### V.3.2 Dimensionamento

- Determinazione della capacità drenante desiderata per la superficie (di norma circa 2-4 l/min per m<sup>2</sup>).
- Dimensionamento tramite simulazione a lungo termine per comprovare il necessario grado di efficienza idraulica dell'intero impianto.
- Determinazione iterativa della relazione ottimale tra superfici con filtro a sabbia, volumi di ritenzione e pretrattamento.
- Prova di sovraccarico idraulico: a partire da un'intensità di pioggia superiore a  $z=1$  → possibilità di ristagno fino alla corsia di emergenza o predisposizione di un punto di scarico idoneo.

### V.3.3 Indicazioni per la progettazione

- Per il filtro occorre utilizzare una sabbia fine, lavata e correttamente setacciata. Ai fini della scelta del materiale si deve tenere conto dei valori osservati in precedenza. Lo spessore dello strato deve essere maggiore di 50 centimetri.
- Il filtro a sabbia deve essere piantumato con canne palustri.
- Prima della messa in servizio occorre considerare i tempi di crescita delle canne palustri (generalmente da alcuni mesi fino a un anno).
- Impermeabilizzazione rispetto al sottosuolo circostante → impermeabilizzante geosintetico a base di argilla o bacino in calcestruzzo di elevato spessore.
- Valvola a farfalla regolabile nello scarico per gestire la velocità di filtrazione, oppure traversa di sbarramento per la regolazione del livello e del flusso.
- In ottica di manutenzione o risanamento bisogna prevedere lo scenario di operatività contemporanea per due strade.
- Occorre predisporre una via di accesso al bacino del filtro a sabbia per eseguire la manutenzione.
- Il transito sullo strato con filtro a sabbia a scopi manutentivi è consentito ai soli veicoli leggeri → compattazione dello strato di sabbia e di conseguenza scarsa permeabilità. Gli eventuali lavori di sfalcio devono essere eseguiti con motofalciatrici.
- In presenza di bacini in calcestruzzo occorre tenere conto dell'uscita dei mezzi anfibi e predisporre una protezione anticaduta.
- Occorre prevedere una distribuzione capillare dell'afflusso sull'intera superficie del filtro a sabbia.
- L'assenza di impermeabilizzazione rende difficile la crescita delle canne palustri, poiché il bacino di ritenzione filtrante non può essere sottoposto a ristagno.

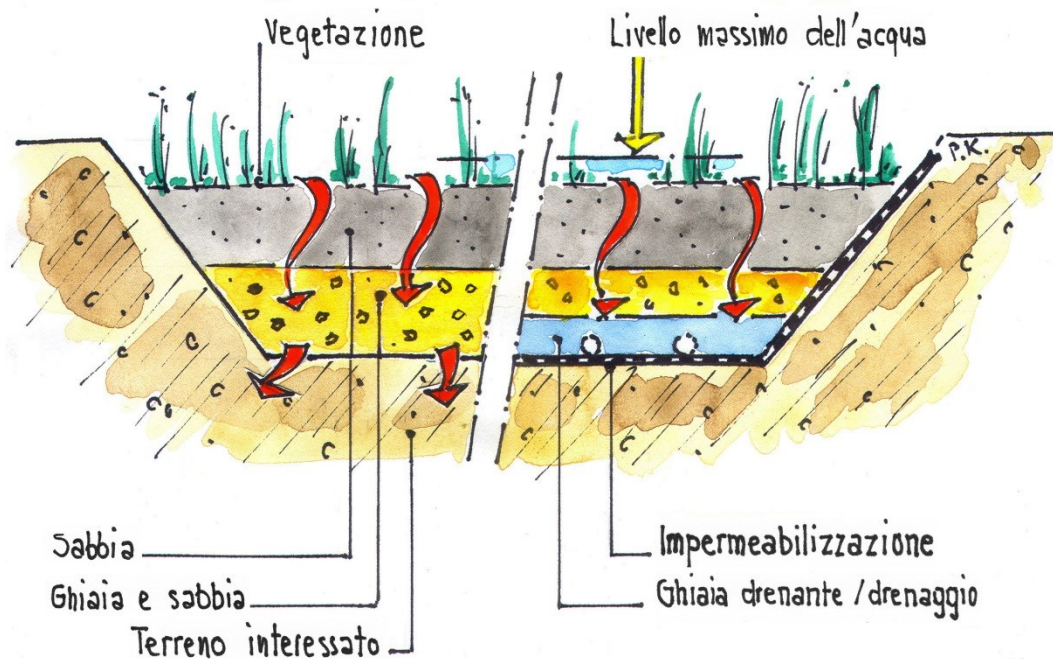


Fig. V.8 Schema della sezione trasversale.

### V.3.4 Norme, schede tecniche, ecc.

- VSS 40 340a Strassenentwässerung – Grundlagen [28];
- SN-670 125a Filtermaterialien; Qualitätsvorschriften [29];
- SN-640 699 Strassen und Entwässerungssysteme, Schutzmassnahmen für Amphibien [27];
- Manuale tecnico USTRA Tracciato e ambiente [38].

## V.4 Filtro a ghiaia / a pietrisco

### V.4.1 Funzionamento

- Le acque estranee devono essere separate a monte dal filtro a pietrisco.
- Non è necessario alcun pretrattamento.
- Trattamento centralizzato tramite filtrazione superficiale attraverso lo strato con filtro a pietrisco.
- Filtrazione attraverso il pietrisco (flusso verticale) → formazione di uno strato di fango.
- Ritenzione in bacino filtrante.
- Lo scarico dal filtro a ghiaia è ridotto alla velocità di filtrazione desiderata.
- La capacità drenante del filtro a pietrisco è garantita dalla regolare asciugatura dello strato di fango, possibile solo in misura limitata nei mesi invernali.
- Rimozione periodica del fango essiccato in caso di insufficiente velocità di filtrazione.
- Ritenzione centralizzata nel filtro a ghiaia nell'eventualità di un incidente rilevante.
- Infiltrazione previo trattamento in impianto con terreno filtrante o immissione in acque superficiali.



Fig. V.9 Schema della sezione trasversale.



### V.4.2 Dimensionamento

- Determinazione della necessaria capacità drenante per la superficie di pietrisco: il valore iniziale può ammontare a  $6 \text{ l/min/m}^2$ , con possibilità di riduzione a  $0,5 \text{ l/min/m}^2$  in caso di saturazione imminente. In assenza di saturazione sono opportuni valori tra  $3,5$  und  $5,0 \text{ l/min/m}^2$ ; per la progettazione dell'impianto si raccomandano  $2-4 \text{ l/min/m}^2$ .
- Dimensionamento tramite simulazione a lungo termine per comprovare il necessario grado di efficienza idraulica del filtro a ghiaia. In caso di combinazione con altre fasi di trattamento, è altresì necessario un analogo calcolo riferito all'impianto nel suo complesso.
- Determinazione iterativa della relazione ottimale tra superficie con filtro a ghiaia, volumi di ritenzione ed eventuali fasi di ulteriore trattamento.
- Prova di sovraccarico idraulico: a partire da un'intensità di pioggia superiore di  $z=1 \rightarrow$  possibilità di ristagno fino alla corsia di emergenza o predisposizione di un punto di scarico idoneo.

### V.4.3 Indicazioni per la progettazione

- Filtro a pietrisco con spessore di circa  $30 \text{ cm}$ , dimensione del granulo da  $2-6 \text{ mm}$  a  $4-8 \text{ mm}$ .
- Valvola a farfalla regolabile nello scarico per gestire la velocità di filtrazione, oppure traversa di sbarramento per la regolazione del livello e del flusso.
- Impermeabilizzazione rispetto al sottosuolo circostante con impermeabilizzante geosintetico a base di argilla, fogli HDPE, asfalto nero o bacino in calcestruzzo spesso.
- In ottica di manutenzione è necessario predisporre un accesso al bacino con filtro a ghiaia.
- Il filtro a ghiaia è transitabile con veicoli per scopi manutentivi  $\rightarrow$  raschiatura dello strato di fango.
- In presenza di bacini in calcestruzzo occorre tenere conto dell'uscita dei mezzi anfibi e predisporre una protezione anticaduta.

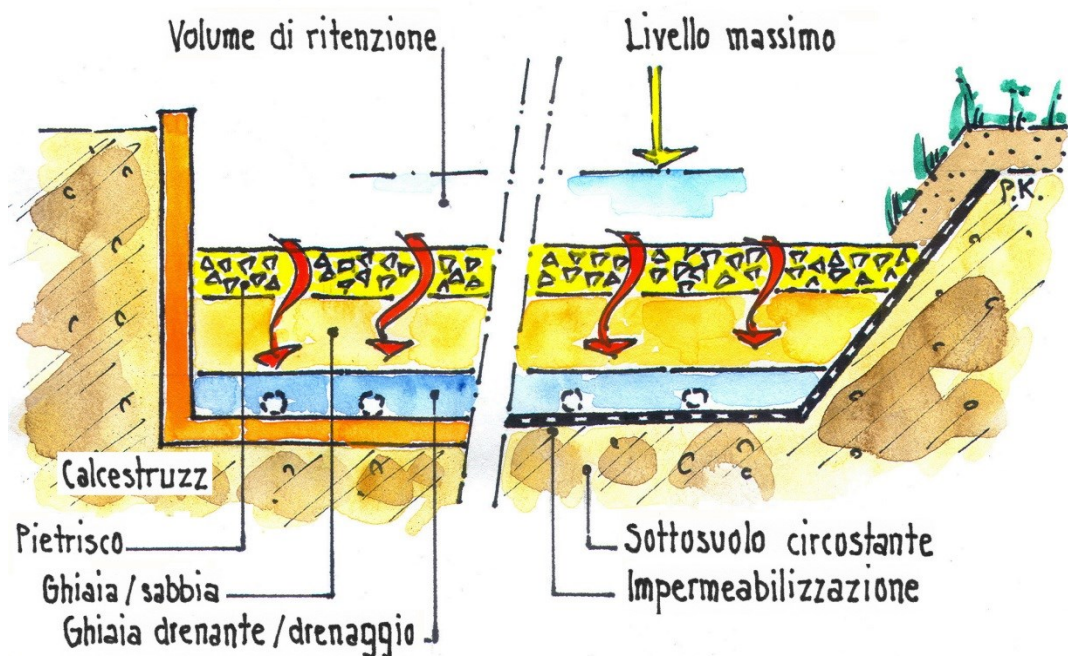


Fig. V.10 Schema della sezione trasversale.

### V.4.4 Norme, schede tecniche, ecc.

- SN-640 340a Strassenentwässerung – Grundlagen [28]
- SN-670 125a Filtermaterialien; Qualitätsvorschriften [29]
- SN-640 699 Strassen und Entwässerungssysteme, Schutzmassnahmen für Amphibien [27];
- Manuale tecnico USTRA [38].

## V.5 Filtro tecnico

### V.5.1 Funzionamento

- Separazione delle acque estranee a monte del filtro tecnico. Con un sistema che garantisca la ritenzione in caso di avaria, indipendentemente dalla collocazione dello stesso.
- Sono necessari un pretrattamento e un dispositivo di separazione delle particelle grossolane.
- Trattamento centralizzato tramite strati con filtro tecnico.
- Filtrazione mediante filtro superficiale o volumetrico.
- Ritenzione a monte del filtro tecnico.
- Regolazione del rendimento idraulico mediante pompa o apposita saracinesca in funzione della velocità di filtrazione desiderata.
- Integrazione nel pretrattamento della ritenzione in caso di incidente rilevante.
- Bacino separato per l'accumulo dei fanghi.
- Infiltrazione previo trattamento in impianto con terreno filtrante o immissione in acque superficiali.

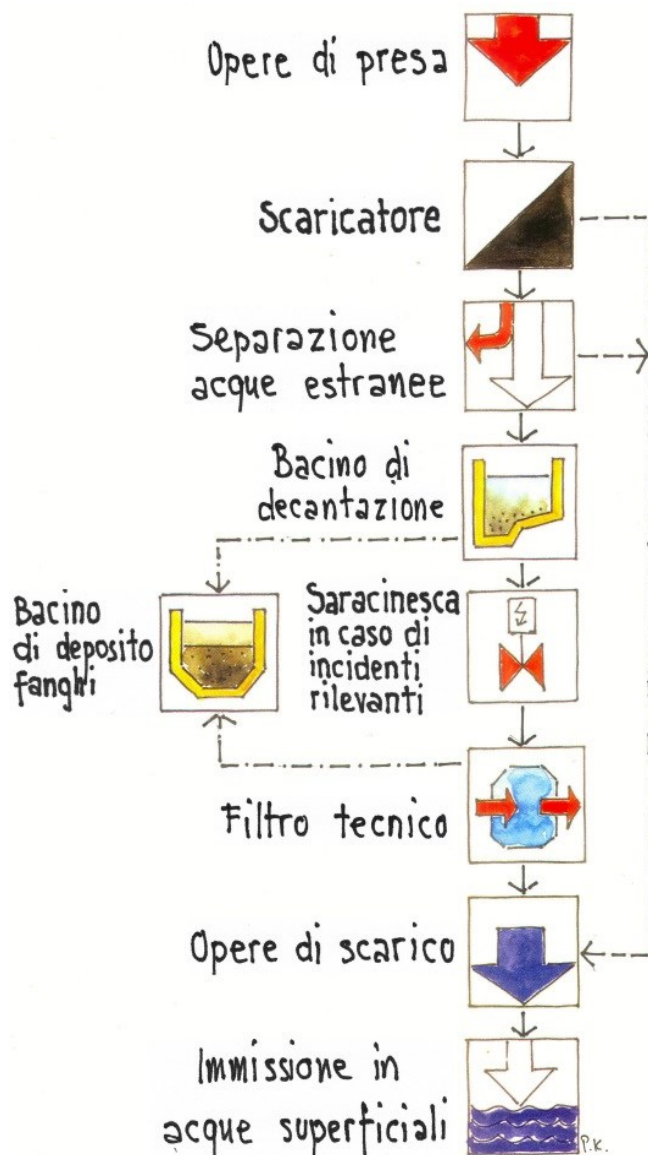


Fig. V.11 Schema del sistema.

### V.5.2 Dimensionamento

- Determinazione del rendimento di filtrazione desiderato.
- Dimensionamento tramite simulazione a lungo termine per comprovare il necessario grado di efficienza idraulica del filtro tecnico e del bacino di ritenzione. In caso di combinazione con altre fasi di trattamento, è altresì necessario un analogo calcolo riferito all'impianto nel suo complesso.
- Determinazione iterativa della relazione ottimale tra rendimento filtrante, volumi di ritenzione ed eventuali fasi di ulteriore trattamento.
- Prova di sovraccarico idraulico: a partire da un'intensità di pioggia superiore a  $z=1$  → possibilità di ristagno fino alla corsia di emergenza o predisposizione di un punto di scarico idoneo.

### V.5.3 Indicazioni per la progettazione

- Progettare il filtro tecnico in modo che possa essere offerto da più case produttrici.
- Prevedere vie di accesso per la manutenzione del filtro tecnico, il pretrattamento e la raccolta dei fanghi.
- Installare le unità filtranti e le pompe in maniera modulare per facilitarne la sostituzione (manutenzione esterna).
- Infrastruttura (elettricità, dispositivi tecnici di misurazione e regolazione, controllo da remoto, monitoraggio).
- Problematiche legate al gelo (riservare attenzione ai bacini e ai componenti elettromeccanici).
- Prevedere l'uscita dei mezzi anfibi.

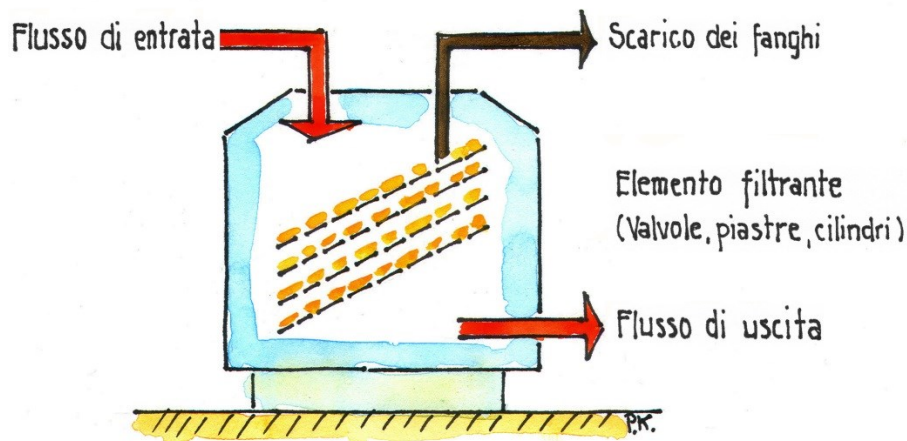


Fig. V.12 Schema della sezione trasversale.

### V.5.4 Norme, schede tecniche, ecc.

- SN-640 340a Strassenentwässerung – Grundlagen [28];
- Norme tecniche per lo smaltimento delle acque di scarico;
- SN-640 699 Strassen und Entwässerungssysteme, Schutzmassnahmen für Amphibien [27];
- Linee guida SUVA (ringhiere, protezioni anticaduta ecc.).



## V.6 Bacini di sedimentazione: trattamento principale

### V.6.1 Funzionamento

- I bacini di sedimentazione sono impiegati come trattamento principale per il livello di prestazione «minimo».
- Le acque estranee vanno separate a monte del bacino di sedimentazione con un sistema che garantisca la ritenzione in caso di avaria.
- I bacini di sedimentazione sono utilizzabili in sede di pretrattamento o di trattamento principale: il dimensionamento varia di conseguenza.
- Occorre integrare un dispositivo di separazione delle particelle grossolane.
- I sistemi in questione necessitano di uno scarico preliminare per impedire la fuoriuscita dei sedimenti in caso di forti piogge.
- La sedimentazione del particolato ha luogo in presenza di un adeguato carico superficiale.
- Il rendimento idraulico dipende dalla superficie, dal volume e da eventuali installazioni all'interno del bacino di sedimentazione.
- Le opere in esame includono la ritenzione in caso di incidente rilevante e avaria.

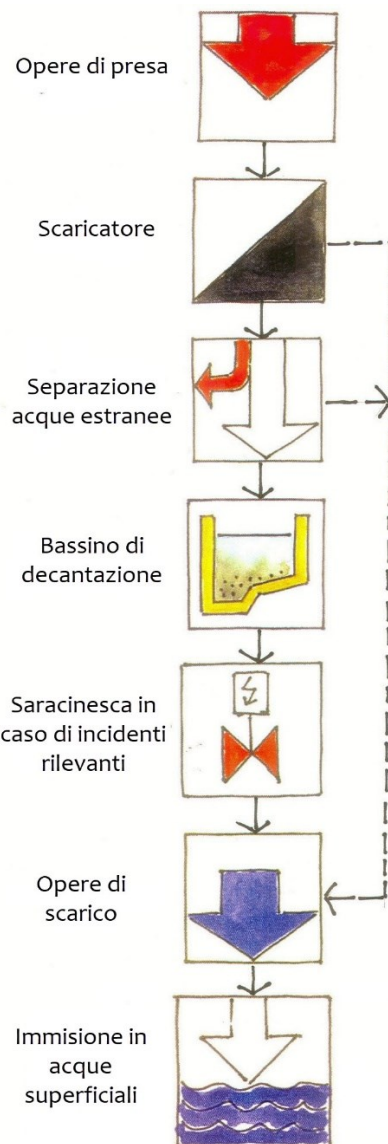


Fig. V.13 Schema della sezione trasversale.

## V.6.2 Dimensionamento

- Il carico superficiale a fronte della portata massima del bacino di sedimentazione è di 10-20 m/h (stato dell'arte: vedi [18]). Il suddetto valore si riduce a 5-10 m/h in caso di geometria sfavorevole.
- I bacini di sedimentazione a ristagno permanente impiegati come trattamento principale richiedono una ritenzione separata.
- La progettazione delle opere in parola deve consentire un attraversamento ottimale dal punto di vista idraulico. Per indicazioni al riguardo vedi il rapporto sullo stato dell'arte [18].
- Il dimensionamento dei bacini di sedimentazione si basa su simulazioni a lungo termine intese a stabilire il necessario grado di efficienza idraulica (volumi di scarico) e il volume di ritenzione supplementare. In caso di combinazione con altre fasi di trattamento, è altresì necessario calcolare l'efficienza idraulica complessiva dell'impianto.
- Prova di sovraccarico idraulico: a partire da un'intensità di pioggia superiore di  $z=1 \rightarrow$  possibilità di ristagno fino alla corsia di emergenza o predisposizione di un punto di scarico idoneo.
- Alternativa: i bacini di sedimentazione con svuotamento controllato e ritenzione sono idraulicamente più difficili da progettare, poiché il livello dell'acqua varia.

## V.6.3 Indicazioni per la progettazione

- Prevedere vie di accesso a fini manutentivi.
- Limitare il flusso alla portata di dimensionamento. In caso di deflusso troppo intenso è necessaria una scolmatura affinché i materiali depositati non vengano trascinati via.
- In presenza di bacini con svuotamento controllato, per il pompaggio della ritenzione occorre prevedere tempistiche che consentano un periodo di sedimentazione più prolungato possibile. A seguito di eventi critici di deflusso, occorre effettuare uno svuotamento posticipato (di circa 12 ore) mediante valvola di scarico a farfalla o pompa.
- I bacini gestiti necessitano di un'apposita infrastruttura (elettricità, dispositivi tecnici di misurazione e regolazione, controllo da remoto, monitoraggio).
- Problematiche legate al gelo (riservare attenzione ai bacini e ai componenti elettromeccanici).
- Predisporre una via di uscita per gli anfibì e una protezione anticaduta.

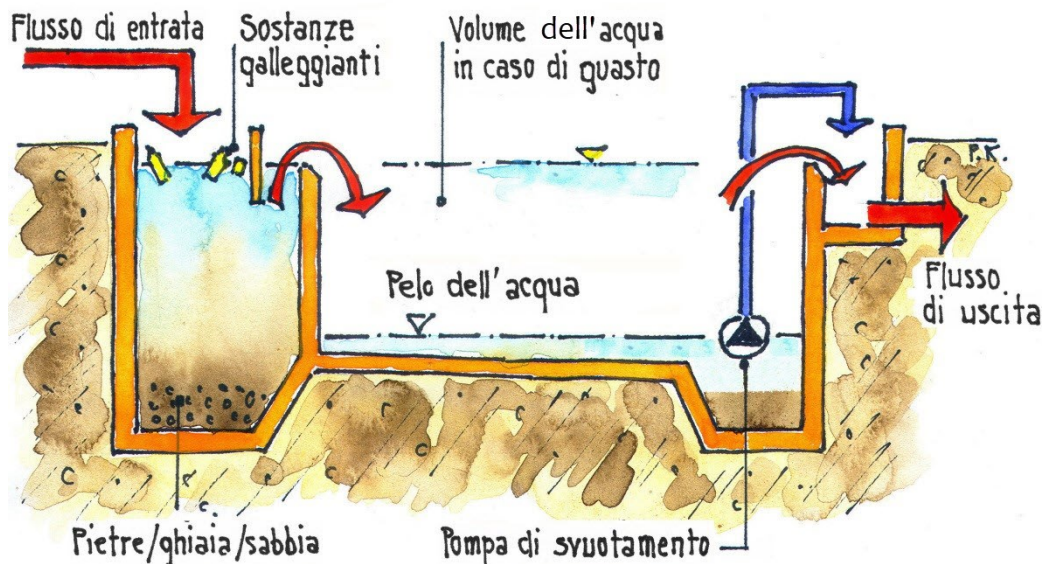


Fig. V.14 Schema della sezione trasversale.

#### **V.6.4 Norme, schede tecniche ecc.**

- SN-640 340a Strassenentwässerung – Grundlagen [28];
- Norme tecniche per lo smaltimento delle acque di scarico;
- SN-640 699 Strassen und Entwässerungssysteme, Schutzmassnahmen für Amphibien [27];
- Linee guida SUVA (ringhiere, protezioni anticaduta ecc.).



## Glossario/Acronimi

Voce	Significato
<i>Ablaufbauwerk</i>	Komponente der Strassenabwasserbehandlungsanlage zur Ableitung des behandelten Strassenabwassers zur Versickerung oder Einleitung in ein oberirdisches Gewässer.
<i>Ouvrage de sortie</i>	<i>Élément d'une installation de traitement des eaux de chaussée assurant le déversement des eaux de chaussée traitées en vue de leur infiltration ou de leur déversement dans une eau superficielle.</i>
Opera di scarico	Componente di un impianto SABA per lo smaltimento delle acque di scarico trattate ai fini della successiva infiltrazione o immissione in acque superficiali.
<i>Abnahme</i>	<i>Die Abnahme erfolgt bei Bauende. Dabei werden Dimensionen und Aufbau kontrolliert. Im Werkvertrag ist abweichend von SIA 118 zu vereinbaren, dass die Garantie- und Verjährungsfristen erst dann zu laufen beginnen, wenn die Leistungsnachweise im Rahmen der Schlussprüfung erbracht sind und eine entsprechende „betriebliche Abnahme“ erfolgt ist inklusiv Funktionskontrolle.</i>
<i>Réception</i>	<i>La réception à lieu à la fin d'un chantier de construction. A cette occasion les dimensions et la réalisation sont contrôlées. On conviendra dans le contrat contrairement à la norme SIA 118, que les garanties et les délais de prescription débutent seulement lorsque les preuves d'efficacité sont apportées dans le cadre des examens finaux et qu'une reprise d'exploitation correspondante a été réalisée y compris un contrôle de fonctionnement.</i>
Collaudo	Il collaudo avviene al termine dei lavori di costruzione. In tal sede si controllano dimensioni e configurazione. Nel contratto d'opera, in deroga alla norma SIA 118, è necessario stabilire che i termini di garanzia e di prescrizione decorrano solo dal momento di rilascio dei certificati di prestazione nell'ambito della verifica finale e a partire dal corrispondente «collaudo operativo», comprensivo di controllo funzionale.
<i>Absetzbecken</i>	Komponente der Anlage zur Abtrennung von Partikeln durch Sedimentation/ Absetzung.
<i>Bassin de décantation/sédimentation</i>	<i>Composant d'une installation pour une séparation des particules par décantation.</i>
Bacino di sedimentazione	Componente dell'impianto per la separazione del particolato tramite sedimentazione/decantazione.
<i>Adsorbermaterial</i>	<i>Material mit grosser spezifischer Oberfläche, an welches sich im Abwasser vorhandene Partikel sowie gelöste Schwermetalle anlagern.</i>
<i>Matériau absorbant</i>	<i>Matériau possédant une grande surface spécifique à laquelle se fixent des particules présentes dans les eaux usées ainsi que des métaux lourds solubles.</i>
Materiale assorbente	Materiale con ampia superficie specifica, cui aderiscono le particelle presenti e i metalli pesanti disciolti nelle acque di scarico.
<i>ANetz</i>	<i>Automatisches Messnetz des Bundesamtes für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz für die Erhebung meteorologischer Daten inklusive Regendaten.</i> <i>Réseau de mesures automatiques de l'Office fédéral de météorologie et climatologie MeteoSuisse pour le relevé des données météorologiques y compris les données pluviales.</i> Rete automatica di monitoraggio dell'Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera per la raccolta dei dati meteorologici, inclusi quelli pluviometrici.
<i>Anforderungsstufe</i>	<i>Abstufung der Anforderungen an die Reinigungsleistung von SABA.</i>
<i>Niveau d'exigence</i>	<i>Niveau fixé pour le rendement/efficacité d'épuration des SETEC.</i>
Livello di prestazione	Livello stabilito per determinare l'efficacia di depurazione del SABA.
<i>AP</i>	<i>Ausführungsprojekt</i>
<i>PD</i>	<i>Projet définitif</i>
<i>AP</i>	<i>Progetto esecutivo</i>
<i>Bankett</i>	<i>Streifen neben der Fahrbahn (bzw. Übergang zwischen Fahrbahn und Tunnelwand), der als Übergang zum Gelände dient (i. d. R. min. 50 cm breit).</i>
<i>Accotement</i>	<i>Bande située à côté de la chaussée (respectivement banquette entre la chaussée et la paroi d'un tunnel), qui sert de transition vers le terrain (dans la règle min. 50 cm de largeur).</i>
Banchina	Tratto di terreno che corre parallelamente al margine della strada che divide la carreggiata dal terreno circostante o dalla parete di una galleria (in genere largo almeno 50°cm.).
<i>Behandlung, Abwasserbehandlung</i>	Die Behandlung dient der Reduktion von unerwünschten Abwasserinhaltsstoffen. Die Behandlung kann sich aus mehreren Komponenten zusammensetzen.
<i>Traitement, traitement des eaux usées</i>	<i>Le traitement sert réduire la charge polluante indésirable. Le traitement peut comprendre plusieurs étapes.</i> Il trattamento serve a ridurre le sostanze indesiderate presenti nelle acque di scarico. Può essere costituito da diverse fasi.

Trattamento, trattamento delle acque di scarico	
<i>Belastung von Strassenabwasser</i>	<i>Die chemische und physikalische Veränderung des von einem Verkehrsweg abfließenden Wassers wird gemäss BAFU-Wegleitung in Belastungspunkten (BP) gemessen.</i>
<i>Charge polluante des eaux de chaussée</i>	<i>La transformation chimique et physique de l'eau ruisselant d'une voie de communication est mesurée par des points de pollution selon l'instruction de l'OFEV (PE).</i>
Carico inquinante delle acque di scarico	La trasformazione chimica e fisica subita dalle acque di scarico provenienti da una via di comunicazione sono quantificate secondo le linee guida UFAM in punti di carico.
<i>Betriebs- und Unterhaltskosten</i>	<i>Jährliche Ausgaben während der Betrachtungsperiode, welche dem Betreiber durch den bestimmungsgemässen Gebrauch eines Projekts entstehen. Dazu gehören die Ausgaben für die Ver- und Entsorgung, die Reinigung und Pflege, die Bedienung der technischen Anlagen, den laufenden Unterhalt (Wartung, Instandhaltung), die Kontroll- und Sicherheitsdienste und die Abgaben und Beiträge (inkl. Versicherungsbeiträge, inklusive der Rückstellungen für die Entsorgung am Ende der Nutzung).</i>
<i>Coûts d'exploitation et d'entretien</i>	<i>Coûts annuels qui résultent, pour l'exploitant, de l'utilisation d'une installation conforme aux prescriptions. En font partie les dépenses pour l'alimentation (par exemple électricité), l'évacuation, l'épuration et l'entretien, le service d'exploitation, l'entretien courant (surveillance, maintien en état), les services de contrôle et de sécurité ainsi que les taxes et les contributions (y compris les assurances et les frais pour la remise en état à la fin de l'utilisation).</i>
Costi di gestione e di manutenzione	Spese annue sostenute dall'operatore durante il periodo in esame risultanti dall'utilizzo conforme di un determinato progetto. Comprendono i costi di smaltimento e approvvigionamento, di depurazione, di cura dell'impianto, le fasi di lavorazione delle strutture tecniche, la manutenzione periodica (ottimizzazione, mantenimento), i servizi di controllo e sicurezza e tutte le imposte e i contributi (compresi i premi assicurativi e le disposizioni per lo smaltimento al termine dell'utilizzo).
<i>Boden</i>	<i>Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erdkruste. Er besteht aus mineralischen Bestandteilen, Humus, Wasser, Luft und Lebewesen. Der gesunde Boden ist klar strukturiert. Die Bodenteilchen sind so angeordnet, dass sich zwischen ihnen ausreichend grosse Zwischenräume – sogenannte Poren – bilden, die Wasser speichern und in denen Luft zirkuliert. Die Poren können bis zu 50 Prozent des Gesamtvolumens ausmachen.</i>
<i>Sol</i>	<i>Couche supérieure meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes. Elle est composée d'éléments minéraux, d'humus, d'eau, d'air et d'êtres vivants. Le sol sain est structuré clairement. La structure des particules de sol conditionne la répartition de pores qui contiennent de l'eau et dans lesquels de l'air circule. Les pores peuvent représenter jusqu'à 50 pourcent du volume total.</i>
Suolo	Per suolo o terreno si intende lo strato superficiale della crosta terrestre soggetto a erosione. È costituito da componenti minerali, humus, acqua, aria e organismi viventi. Un suolo sano è strutturato in modo chiaro. Le particelle che lo costituiscono sono disposte in modo tale da lasciare tra loro spazio sufficiente (i cosiddetti pori) in cui si immagazzina l'acqua e all'interno dei quali circola l'aria. I pori possono rappresentare fino al 50 per cento del volume totale.
<i>Bodenfilter</i>	<i>Filter aus geeignetem Bodenmaterial zur Strassenabwasserreinigung durch Abtrennung partikulärer und gelöster Stoffe.</i>
<i>Filtre en terre</i>	<i>Filtre constitué de matériaux terreux appropriés pour l'épuration des eaux de chaussée par adsorption des substances particulaires et dissoutes.</i>
<i>Terreno filtrante</i>	Filtro in materiale terroso, idoneo alla depurazione delle acque di scarico tramite separazione del particolato e delle sostanze disciolte.
<i>Bodenschicht (filtrierende)</i>	<i>Bodenmaterial auf Strassenböschungen oder Grünstreifen, welches die Reinigung des Strassenabwassers bei der Versickerung sicherstellt. Sie ist Teil der Strassenanlage (Versickerung über die Böschung).</i>
<i>Couche de terre (filtrante)</i>	<i>Matériau terreux mis en place sur les talus routiers ou les bas-côtés qui assurent l'épuration des eaux de chaussée lors de l'infiltration. Elle constitue une partie de l'installation (infiltration par les bas-côtés).</i>
Strato di suolo (filtrante)	Materiale presente nelle scarpate delle banchine o delle aree verdi dei bordi stradali che garantisce la depurazione delle acque di scarico tramite infiltrazione. Fa parte del sistema stradale (infiltrazione nella scarpata).
<i>Böschung/Grünstreifen</i>	<i>Gelände entlang einer Strasse. Gehört zur Strassenanlage und kann bei geeigneten Verhältnissen (u. a. geeigneter Aufbau der filtrierenden Bodenschicht) zur Versickerung des Strassenabwassers verwendet werden.</i>
<i>Talus/bas-côtés</i>	<i>Terrain le long de la route. Appartient à l'installation routière et peut être utilisé, dans des conditions appropriées, (entre autres si une mise en place conforme de la couche de terre filtrante a été effectuée) pour l'infiltration de l'eau de chaussée par les bas-côtés.</i>
Scarpate/strisce erbose	Aree situate ai margini della carreggiata di pertinenza stradale che, in determinate condizioni (come in caso di adeguata configurazione dello strato di suolo filtrante), possono essere utilizzate per l'infiltrazione delle acque di scarico.
DP	Detailprojekt
PD	Projet de détail
DP	Progetto di dettaglio

<i>Einleitung in ein oberirdisches Gewässer</i>	<i>Ort der Übergabe in ein oberirdisches Gewässer von behandeltem Strassenabwasser respektive Entlastungswasser im Überlastfall.</i>
<i>Déversement</i>	<i>Lieu de déversement de l'eau de chaussée traitée, respectivement de l'eau déversée en cas de surcharge de l'installation (surverse) dans une eau superficielle.</i>
Immissione in acque superficiali	Luogo di passaggio in un ricettore superficiale delle acque di scarico trattate oppure delle acque di scarico in caso di sovraccarico.
Einleitverhältnis V	Das Verhältnis vom Abfluss $Q_{347}$ des Gewässers zur maximalen Abflussmenge des Verkehrswegabwassers an einer Einleitstelle.
<i>Condition de déversement V (hydraulique)</i>	<i>Rapport du débit <math>Q_{347}</math> du cours d'eau par rapport au débit maximal d'eau provenant de la voie de communication au lieu de déversement.</i>
Rapporto di immissione V	Il rapporto di portata $Q_{347}$ delle acque fino alla massima quantità di flusso delle acque di scarico delle vie di comunicazione in un punto d'immissione.
Einzugsgebiet (EZG)	Entwässerte Strassenfläche in m <sup>2</sup> oder ha. Zur entwässerten Fläche zugehörig sind Flächen neben der Fahrbahn, welche in dieselbe Entwässerungsleitung gelangen (z. B. steile Böschungen).
<i>Bassin versant</i>	<i>Surface de route dont l'eau pluviale est récoltée en m<sup>2</sup> ou en ha. Font partie du bassin versant: les surfaces à côté de la voie de circulation dont les eaux arrivent dans le même collecteur (par ex. talus en pente raide).</i>
<i>Bacino imbrifero</i>	Superficie stradale in m <sup>2</sup> o in ha che raccoglie le acque di scarico. Include anche le aree accanto alla carreggiata che rientrano nella stessa linea di scarico (ad es. scarpate ripide).
<i>EK</i>	<i>Globales Erhaltungskonzept</i> <i>Concept global de maintenance</i> Piano globale di manutenzione
<i>Entwässerungsart</i>	<i>Umfassender Begriff für die gesetzeskonforme Art und Weise der Entwässerung inklusive allfälliger Behandlungsstufen mit Versickerung und/oder Einleitung in oberirdische Gewässer.</i>
<i>Mode de traitement</i>	<i>Terme général désignant un système d'évacuation des eaux conforme à la législation avec une infiltration ou traitement des eaux avant déversement dans une eau superficielle.</i>
Tipo di drenaggio	Termine generale per indicare una tipologia o una modalità di trattamento conforme alla legge, comprese tutte le fasi con infiltrazione o immissione in acque superficiali.
<i>Entwässerungssystem</i>	<i>Ein Entwässerungssystem besteht aus Versickerung von Strassenabwasser im Untergrund oder der Ableitung von Strassenabwasser in ein oberirdisches Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation.</i>
<i>Système d'évacuation</i>	<i>Un système d'évacuation est constitué d'une infiltration des eaux de chaussée dans le sous-sol, et/ou d'un déversement des eaux de chaussée dans une eau superficielle ou dans une canalisation publique.</i>
Sistema di drenaggio	Un sistema di drenaggio consiste nell'infiltrazione delle acque di scarico nel sottosuolo o nell'immissione delle stesse in un bacino superficiale o nella rete fognaria pubblica.
<i>Erfasstes Strassenabwasser</i>	<i>Strassenabwasser, welches der SABA (Behandlung oder Versickerung) zugeführt wird.</i>
<i>Eaux de chaussée captée</i>	<i>Eaux de chaussée qui sont dirigées vers le SETEC (traitement ou infiltration).</i>
Acque di scarico raccolte	Acque di scarico raccolte in un SABA (trattamento o infiltrazione).
<i>Explosions-Zonen (ExZone)</i>	Die Explosions-Zonen werden gemäss SUVA-Merkblatt 2153 festgelegt.
<i>Zones d'explosions (ExZone)</i>	<i>Les zones d'explosions sont définies selon le cahier de la SUVA 2153.</i>
Zone Ex	Le zone di esplosione sono definite in base alla scheda tecnica SUVA 2153.
<i>Filter</i>	<i>Komponente (meist Bauwerk) zum Rückhalt von Schmutzstoffen (Partikeln und/oder gelösten Stoffen).</i>
<i>Filtre</i>	<i>Composant (souvent ouvrage) pour la retenue de substances polluées (particules et/ou matières dissoutes).</i>
Filtro	Componente (per lo più opera) idonea a trattenere le sostanze inquinanti (particolati ed elementi disciolti).
<i>Filtermaterial</i>	<i>Material mit geeigneter Zusammensetzung zur Filtration (Adsorption etc.) von Strassenabwasser.</i>
<i>Matériel/matériau filtrant</i>	<i>Matériel/matériau possédant une composition appropriée pour la filtration (absorption, etc.) des eaux de chaussée.</i>
Materiale filtrante	Materiale con composizione idonea alla filtrazione (assorbimento, ecc.) delle acque di scarico.
<i>(Jahres-) Fracht</i>	<i>Menge eines Stoffes, welche pro Zeiteinheit im Strassenabwasser abgeschwemmt wird, z. B. die Jahresfracht in [kg/Jahr].</i>
<i>Quantité (annuelle)</i>	<i>Quantité de matière qui, par unité de temps, est entraînée dans les eaux de chaussée (par ex. la quantité annuelle en [kg/an]).</i>

Carico (annuo)	Quantità di una sostanza dilavata dalle acque di scarico per unità di tempo, ad es. quantità annua in [kg/anni].
<i>Gesamte Ungelöste Stoffe (GUS)</i>	<i>Gesamte Ungelöste Stoffe aus einer filtrierten Probe. Dies entspricht der Gesamtheit an festen Stoffen (Partikel) in einer Wasserprobe, welche einen Durchmesser von 0.45 Mikrometer übersteigen.</i>
<i>Matières en suspension (MES)</i>	<i>Matières en suspension issues d'un échantillon filtré. Correspond à la totalité des matières solides (particules) dans un échantillon d'eau qui dépassent un diamètre de 0,45 micron.</i>
Sostanze totali non disciolte (solidi sospesi, SS)	Totale delle sostanze non disciolte in un campione d'acqua filtrata. Corrisponde al totale delle sostanze solide (particolato) presenti in un campione d'acqua con un diametro di 0,45 micrometri.
<i>Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> und A<sub>o</sub></i>	<i>Gebiet, mit nutzbaren unterirdischen Gewässern sowie zu deren Schutz notwendigen Randgebieten (A<sub>u</sub>). Oberirdische Gewässer mit deren Uferbereichen, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung (i. d. R. Trinkwassergewinnung) erforderlich ist (A<sub>o</sub>).</i>
<i>Secteur de protection des eaux A<sub>u</sub> et A<sub>o</sub></i>	<i>Le secteur A<sub>u</sub> de protection des eaux comprend les eaux souterraines exploitables ainsi que les zones attenantes nécessaires à leur protection. Le secteur A<sub>o</sub> comprend les eaux de surface particulièrement menacées et leurs zones riveraines et dont l'usage peut être réservé à l'alimentation en eau potable.</i>
Area di protezione delle acque A <sub>u</sub> e A <sub>o</sub>	Zone dotate di acque sotterranee utilizzabili, le cui aree circostanti devono essere sottoposte a tutela (A <sub>u</sub> ). Bacini superficiali e relative sponde (A <sub>o</sub> ), nella misura in cui è necessario garantirne un uso specifico (di solito per l'approvvigionamento di acqua potabile).
<i>Grobabscheider</i>	<i>Sonderbauwerk im Entwässerungssystem, welches zur Absetzung oder Abscheidung von im Abwasser mitgeführten Grobstoffen dient.</i>
<i>Séparateur grossier</i>	<i>Ouvrage spécial dans le système d'évacuation des eaux qui sert à la décantation ou à la séparation des matières grossières amenées par l'eau.</i>
Separatori di particelle grossolane	Dispositivo del sistema di drenaggio utilizzato per la rimozione o la deposizione dei materiali grossolani trasportati dalle acque di scarico.
<i>GUS-Gesamtwirkungsgrad</i>	<i>Verhältnis der durch die SABA zurückgehaltenen Menge GUS zur im Entwässerungssystem gesamthaft erfassten Menge GUS.</i>
<i>Degré d'efficacité globale MES</i>	<i>Rapport entre la quantité retenue de MES dans l'ensemble du système et la quantité totale de MES dans le système d'évacuation des eaux.</i>
Grado di efficienza complessiva SS	Rapporto tra la quantità di SS trattenuta dal SABA e la quantità complessiva di SS rilevata in un impianto di drenaggio.
<i>GUS-Wirkungsgrad der SABA</i>	<i>Wirkungsgrad der SABA bezüglich GUS-Rückhalt, d. h. Menge GUS, welche in der SABA effektiv zurückgehalten wird im Vergleich zur in die SABA eingeleiteten Menge GUS.</i>
<i>Degré d'efficacité MES du SETEC</i>	<i>Rapport entre la quantité retenue de MES dans le SETEC et la quantité totale de MES qui y parvient.</i>
Grado di efficienza SS del SABA	Grado di efficienza del SABA rispetto al trattenimento di SS, ad es. quantità di SS effettivamente trattenuta in rapporto alla quantità complessiva di SS introdotta nel SABA.
<i>Havariebecken</i>	<i>Anlageteil zum Rückhalt von Wasser gefährdenden Flüssigkeiten und Stoffen im Normalbetrieb.</i>
<i>Bassin d'avarie</i>	<i>Élément d'installation à retenir des fluides et des substances pouvant polluer les eaux dans le cas de l'exploitation normale.</i>
Bacino di avaria	Parte dell'impianto che, in regime di funzionamento normale, è destinata al trattenimento dei liquidi e delle sostanze che possono inquinare l'acqua.
<i>Horizont A</i>	<i>Obenliegende Bodenschicht, welche sich durch einen hohen Anteil an organischem Material auszeichnet, das gut mit den mineralischen Komponenten vermischt ist. Die Schicht ist durch die biologische Aktivität gut durchmischt und ist stark durchwurzelt.</i>
<i>Horizon A</i>	<i>Couche de terre située en surface caractérisée par une part élevée de matériel organique bien mélangée avec les composants minéraux. La couche est bien mélangée et fortement aérée par l'activité biologique.</i>
Orizzonte A	Strato di suolo superficiale caratterizzato da un'alta percentuale di materiale organico ben miscelato con i componenti minerali. Grazie all'attività biologica, lo strato è ben miscelato e molto radicato.
<i>Horizont B</i>	<i>Unter Horizont A liegende Bodenschicht, welche durch die Verwitterung der mineralischen Bestandteile des Muttergesteines entsteht (Lehm, Oxide etc.). Seine Struktur wird durch diese mineralischen Komponenten bestimmt.</i>
<i>Horizon B</i>	<i>Couche de terre située sous l'horizon A qui se forme par l'altération des composants (limon, oxyde, etc.). Sa structure est déterminée par ses composants minéraux.</i>
Orizzonte B	Strato di suolo sottostante all'orizzonte A composto dagli elementi minerali provenienti dalla degradazione meteorica della roccia madre (limo, ossidi, ecc.). La sua struttura è determinata da questi componenti minerali.
<i>Hydraulischer Wirkungsgrad</i>	<i>Verhältnis der behandelten Menge Strassenabwasser (nach Entlastungen) zur gesamthaft erfassten Strassenabwassermenge.</i>
<i>Degré d'efficacité hydraulique</i>	<i>Rapport entre la quantité d'eau de chaussée traitée (après déversement) et la quantité totale de l'eau de chaussée récoltée.</i>



Grado di efficienza idraulica	Rapporto tra la quantità di acque di scarico trattate (dopo lo scarico) e il volume complessivo delle acque reflue raccolte.
<i>Inbetriebnahme</i>	<i>Zeitpunkt, ab dem alle Anlagenteile und Becken der SAB-Anlage vollwertig genutzt werden können.</i>
<i>Mise en service</i>	<i>Moment à partir duquel tous les éléments de l'installation et tous les bassins de l'installation de traitement des eaux peuvent être complètement utilisés.</i>
Messa in funzione	Data a partire dalla quale tutti elementi e i bacini di un impianto SABA possono essere pienamente utilizzati.
<i>Kolmatierung</i>	<i>Ablagerung von Feinstoffen auf einer Oberfläche (z. B. der Gewässersohle oder des Bodenfilters), welche durch zugeführte Feinstoffe erfolgt und zu einer Verstopfung der Porenräume führt. Dies verursacht eine Verminderung der Sickerfähigkeit bis hin zum vollständigen Verstopfen.</i>
<i>Colmatage</i>	<i>Dépôt sur une surface (par ex. sur le lit d'un cours d'eau ou sur un filtre en terre) suite à une amenée de matières fines et qui remplissent les pores. Provoque une réduction de la capacité d'infiltration jusqu'à une obstruction complète</i>
Saturazione	Deposito di sostanze fini su una superficie (ad es. il letto di un fiume o il fondo di un filtro) che, se alimentata in continuo dalle sostanze stesse, porta all'intasamento dei pori filtranti. Questo comporta una riduzione della capacità di filtrazione fino a una completa interruzione del processo.
<i>Mechanischer Filter</i> <i>Filtre mécanique</i>	<i>Filteranlage zur mechanischen Wasserreinigung durch Abtrennung partikulärer Stoffe.</i> <i>Installation de filtration pour l'épuration mécanique des eaux par séparation des matières particulaires.</i>
Filtro meccanico	Dispositivo filtrante per la depurazione meccanica dell'acqua tramite separazione dei particolati.
<i>MK, MP</i>	<i>Massnahmenkonzept, Massnahmenprojekt</i> <i>Concept d'intervention, projet d'intervention</i> Piano di intervento, progetto di intervento
<i>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)</i>	<i>Chemische Stoffgruppe welche aus Kohlenwasserstoffen besteht und insbesondere bei Verbrennungsprozessen entsteht, in Erdölprodukten enthalten ist oder gezielt zur Beeinflussung von Stoffeigenschaften zugemischt wird. PAK sind mehr oder weniger krebserregend.</i>
<i>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</i>	<i>Groupe de substances chimiques composées d'hydrocarbures et qui apparaissent notamment lors des processus de combustion. Ils sont contenus dans les produits pétroliers ou ajoutées dans le but d'influencer les caractéristiques des produits. Les HAP sont plus ou moins cancérogènes.</i>
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Gruppo di elementi chimici costituito da idrocarburi aventi origine in particolare dai processi di combustione; sono contenuti nei prodotti derivati dal petrolio oppure vengono aggiunti in modo mirato per influenzare le proprietà dei tessuti. Gli IPA possono essere più o meno cancerogeni.
<i>Reinigungsleistung</i> <i>Efficacité d'épuration</i>	<i>Die Reinigungsleistung entspricht dem Gesamtwirkungsgrad einer Behandlung.</i> <i>L'efficacité d'épuration correspond au degré d'efficacité global d'un traitement.</i>
Rendimento della depurazione	Il rendimento della depurazione corrisponde al grado di efficienza complessivo di un trattamento.
<i>Retentionsbecken</i>	<i>Becken, in dem das Strassenabwasser gespeichert, verzögert und gedrosselt abgeleitet wird. Es ist in der Regel mit einer Abspermöglichkeit ausgerüstet.</i>
<i>Bassins de rétention</i>	<i>Bassins, dans lesquels l'eau de chaussée est accumulée et dont l'écoulement est ralenti et dosé. Il est, dans la règle, équipé d'une possibilité de fermeture.</i>
Bacino di ritenzione	Bacino in cui le acque di scarico vengono raccolte e il cui flusso viene rallentato e regolato. È generalmente dotato di un dispositivo di blocco.
<i>Robustheit</i>	<i>Fähigkeit eines Entwässerungselements, Schädigungen oder die Auswirkungen eines Versagens auf Ausmasse zu begrenzen, die in einem vertretbaren Verhältnis zur Ursache stehen.</i>
<i>Robustesse</i>	<i>Capacité d'un système d'évacuation des eaux de maintenir une stabilité malgré des conditions externes changeants.</i>
<i>Robustezza</i>	Capacità di un elemento di drenaggio di limitare i danni o gli effetti negativi di un blocco in proporzione ragionevole rispetto alle cause dello stesso.
<i>SABA</i>	<i>Strassenabwasserbehandlungsanlage ist eine Einzelbehandlungsanlage, die meistens aus mehreren technischen Komponenten besteht.</i>
<i>SETEC</i>	<i>Système d'évacuation et de traitement des eaux de chaussées, soit une installation de traitement unique constituée en général de plusieurs composants techniques.</i> Impianto di trattamento delle acque reflue stradali, inteso come struttura singola composta in genere da diversi elementi tecnici.
<i>Sandfilter bewachsen</i>	<i>Filteranlage zur mechanisch-biologischen Strassenabwasserreinigung durch Abtrennung von partikulärem und biologischem Abbau gelöster Stoffe.</i>
<i>Filtre en sable végétalisé</i>	<i>Filtre destiné à l'épuration mécano biologique des eaux de chaussée par séparation particulaire et dégradation biologique des matières dissoutes.</i>
Filtro a sabbia vegetato	

	Filtro per la depurazione meccanico-biologica delle acque di scarico tramite separazione dei particolati ed eliminazione biologica delle sostanze disciolte.
<i>Schlammbehandlung</i> <i>Traitement des boues</i> Separatore di fanghi	<i>Komponente des Bauwerks zur Behandlung des anfallenden Schlammes.</i> <i>Élément de l'ouvrage destiné au traitement des boues accumulées.</i> Componente della struttura destinata al trattamento dei fanghi accumulati.
<i>Schmutzfracht</i> <i>Charge polluante</i>	<i>Im Abwasser enthaltene Schadstoffmenge pro Zeiteinheit, z. B. in g/s oder kg/a.</i> <i>Quantité de substances polluantes contenues dans l'eau usée par unité de temps, par ex. en gr/sec ou kg/an.</i>
Carico di inquinanti	Sostanze inquinanti contenute nelle acque di scarico per unità di tempo, ad es. in g/s o kg/a.
<i>Sickerleistung</i>	<i>Abwassermenge, die pro Zeiteinheit und m<sup>2</sup> Filterfläche versickert werden kann; in l/min m<sup>2</sup> oder m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>.</i>
<i>Capacité d'infiltration</i>	<i>Quantité d'eau qui peut être infiltrée par unité de temps et m<sup>2</sup> de surface; en l/min m<sup>2</sup> ou m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>.</i>
Capacità drenante	Quantità d'acqua che, per unità di tempo e m <sup>2</sup> di superficie filtrante, può essere filtrata; in l/min m <sup>2</sup> oppure m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> .
<i>Splitt/Kiesfilter</i> <i>Filtre en splitt (gravillon)/gravier</i> Filtro a ghiaia / pietrisco	<i>Anlageteil zur Abfiltrierung von Feinstoffen über einen Filterkuchen gebettet auf einer Splittschicht.</i> <i>Partie d'installation pour la filtration des matières fines sur une couche de limons située sur une couche de splitt.</i> Parte dell'impianto per la filtrazione degli elementi fini tramite un rivestimento del filtro circondato da uno strato di ghiaia.
<i>Stand der Technik</i> <i>État de la technique</i> Stato della tecnica	<i>Definition der allgemeingebrauchlichen technischen Standards zu einem gegebenen Zeitpunkt.</i> <i>Définit le standard technique généralement utilisé à un moment donné.</i> Definizione delle norme tecniche comunemente utilizzate in un determinato momento.
<i>Stapelvolumen</i>	Wassermenge, welche innerhalb eines definierten Anlagenteils gespeichert werden kann, in m <sup>3</sup> oder l.
<i>Volume de rétention</i>	<i>Quantité d'eau qui peut être accumulée dans une partie définie de l'installation, en m<sup>3</sup> ou l.</i>
Volume di raccolta	Quantità d'acqua che può essere raccolta all'interno di uno specifico impianto, in m <sup>3</sup> o in l.
<i>Störfallvolumen</i> <i>Volume en cas d'accident majeur</i> Volume in caso di incidente	<i>Bezeichnung für das massgebende Rückhaltevolumen für Wasser gefährdende Flüssigkeiten in störfallrelevanter Menge gemäss StFV bei Verkehrsunfällen. Für den Rückhalt solcher Stoffe ist ein minimales Volumen von 30m<sup>3</sup> bereit zu stellen.</i> <i>Désignation du volume de rétention déterminant pour les liquides pouvant polluer les eaux en quantité importante en cas d'accident majeur selon OPAM. Un volume minimal de 30 m<sup>3</sup> sera prévu pour retenir ces liquides.</i> Designazione del volume di raccolta dei liquidi dannosi fuoriusciti dopo incidenti di portata rilevante, ai sensi dell'OPIR. Per la raccolta di tali liquidi è necessario disporre di un volume minimo di 30 m <sup>3</sup> .
<i>Strassenabwasser</i> <i>Eau de chaussée</i> Acque di scarico stradali, acque reflue stradali	<i>Niederschlagswasser, das auf einem Strassenabschnitt anfällt und abfließt.</i> <i>Eau de pluie qui tombe et s'écoule sur un tronçon de route.</i> Acque meteoriche che si accumulano e defluiscono da un tratto stradale.
<i>Strassenabwasserbehandlung (SAB)</i> <i>Traitement des eaux de chaussée (TEC)</i> Trattamento delle acque di scarico (TAS)	<i>Massnahmen zur Reinigung des Strassenabwassers zwecks gesetzeskonformer Versickerung oder Einleitung in ein Gewässer.</i> <i>Mesures d'épuration de l'eau de chaussée avant une infiltration ou un déversement dans une eau superficielle conformes à la législation.</i> Insieme delle misure finalizzate alla depurazione delle acque di scarico, allo scopo di filtrarle o immetterle in un bacino superficiale secondo le disposizioni di legge.
<i>Überlauf (Entlastung)</i>	Erfasstes Strassenabwasser bei einem stärkeren Regenereignis, welches nicht in der SABA behandelt wird, sondern direkt und ohne Behandlung in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet (entlastet) wird.
<i>Déversoir</i>	<i>Eaux de chaussée récoltées lors d'un épisode de fortes pluies qui ne sont pas traitées dans le SETEC mais déversées directement et sans traitement dans une eau superficielle.</i>
Troppo pieno (scarico)	Acque di scarico raccolte in caso di forte evento piovoso che non vengono trattate in un SABA ma che sono direttamente immesse (scaricate) in acque superficiali senza subire alcun trattamento.
<i>UplaN</i>	<i>Organisatorische Massnahme zur systematischen Unterhalts- und Erneuerungsplanung des Nationalstrassennetzes.</i> <i>Mesure organisationnelle pour un entretien et une rénovation systématique du réseau des routes nationales.</i> Piano di manutenzione delle strade nazionali.

Versickerung	Passage von Wasser über eine bewachsene Bodenschicht ins Grundwasser.
Infiltration	Passage vertical de l'eau dans les eaux souterraines à travers une couche de terre végétalisée ou un filtre.
Infiltrazione	Passaggio dell'acqua nelle falde attraverso uno strato di suolo coperto di vegetazione.
Versickerungsfläche	Fläche, über die das Strassenabwasser in den Untergrund versickert in $m^2$ .
Surface d'infiltration	Surface au travers de laquelle l'eau de chaussée s'infiltré dans le sous-sol.
Superficie di infiltrazione	Superficie attraverso la quale le acque di scarico si infiltrano, in $m^2$ .
Versickerungsleistung	Wassermenge, die in einer definierten Zeiteinheit in den Untergrund versickert; in l/min oder $m^3/s$ pro $m^2$ .
Capacité d'infiltration	Quantité d'eau qui s'infiltré dans le sous-sol dans une unité de temps définie; en l/min ou $m^3/s$ .
Capacità di infiltrazione	Quantità d'acqua che, in un lasso di tempo definito, si infila nel sottosuolo; in l/min oppure $m^3/s$ per $m^2$ .
$V_G, V_{Gmax}$	Das Verhältnis zwischen Abfluss der Einleitung und Abfluss des Gewässers (gemäss BUWAL-Wegleitung). Rapport entre le débit d'arrivée et le débit du cours d'eau (selon l'Instruction de l'OFEV). Rapporto tra il flusso di entrata e il flusso di uscita delle acque di scarico (ai sensi delle linee guida UFAFP).
Vor-Entlastung	Abtrennung eines Abwasserteilstroms vor Erreichen einer SABA.
Déversement préalable, surverse	Séparation d'une partie des eaux de chaussée avant le SETEC.
Pre-scarico	Separazione di un flusso delle acque di scarico prima di raggiungere un SABA.
Wirtschaftlichkeit	Massvoller Einsatz finanzieller Mittel und natürlicher Ressourcen, bezogen auf die gesamte Dauer der Projektierung, Ausführung und Nutzung.
Rentabilité	Engagement mesuré de moyens financiers et de ressources naturelles en rapport avec la durée totale de la planification, réalisation et utilisation.
Economicità	Utilizzo ponderato di mezzi finanziari e di risorse naturali secondo la durata complessiva della progettazione, dell'esecuzione e dell'utilizzo.

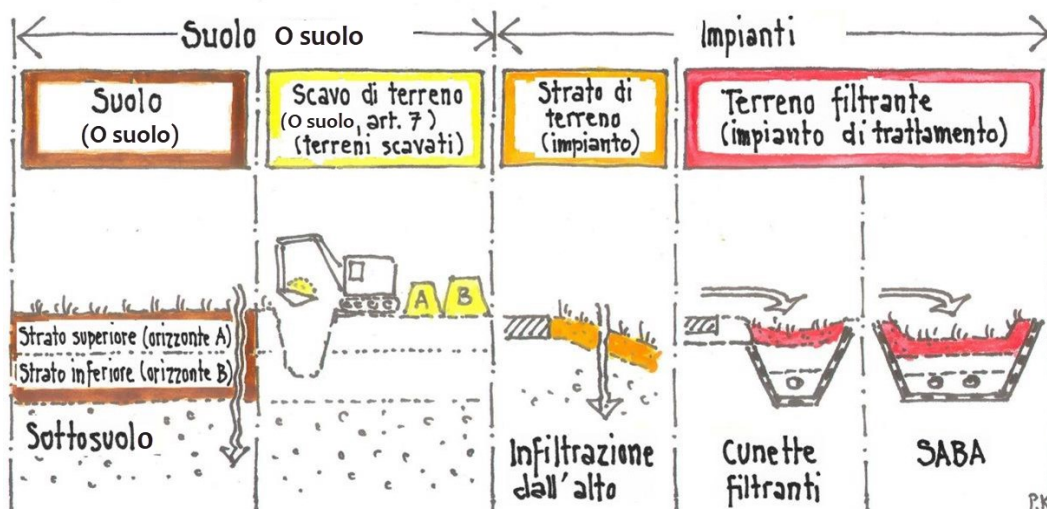


Fig. 7.15 Definizione di suolo, filtro interrato e impianti.



## Riferimenti normativi e bibliografici

### Leggi federali

- [1] Confederazione Svizzera (1966), "**Legge federale del 1° luglio 1966 sulla protezione della natura e del paesaggio (LPN)**", RS 451, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [2] Confederazione Svizzera (1991), "**Legge federale del 4 ottobre 1991 sulle foreste (Lfo)**", RS 921.0, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [3] Confederazione Svizzera (1999), "**Costituzione federale del 18 aprile 1999 della Confederazione svizzera**", RS 101, [www.admin.ch](http://www.admin.ch)
- [4] Confederazione Svizzera (1960), "**Legge federale dell'8 marzo 1960 sulle strade nazionali (LSN)**", RS 725.11, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [5] Confederazione Svizzera (1983), "**Legge federale del 7 ottobre 1973 sulla protezione dell'ambiente (LPAmb)**", RS 814.01, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [6] Confederazione Svizzera (1991), "**Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPAc)**", RS 814.20, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [7] Confederazione Svizzera (1979), "**Legge federale del 22 giugno 1979 sulla pianificazione del territorio (LPT)**", RS 700, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Ordinanze

- [8] Confederazione Svizzera (2007), "**Ordinanza del 7 novembre 2007 sulle strade nazionali (OSN)**", RS 725.111, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [9] Confederazione Svizzera (1998), "**Ordinanza del 1° luglio 1998 contro il deterioramento del suolo (O suolo)**", RS 814.12, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [10] Confederazione Svizzera (1991) "**Ordinanza del 27 febbraio 1991 sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR)**", RS 814.012, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [11] Confederazione Svizzera (2005), "**Ordinanza del 22 giugno 2005 sul traffico di rifiuti (OTRif)**", RS 814.610, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [12] Confederazione Svizzera (2015), "**Ordinanza del 4 dicembre 2015 sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (OPSR)**", RS 814.600, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [13] Confederazione Svizzera (1998), "**Ordinanza del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque (OPAc)**", RS 814.201, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [14] Confederazione Svizzera (2005), "**Ordinanza del DATEC del 18 ottobre 2005 sulle liste per il traffico di rifiuti**", RS 814.610.1, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [15] Confederazione Svizzera (2000), "**Ordinanza del 28 giugno 2000 sulla pianificazione del territorio (OPT)**" RS 700.1, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [16] Confederazione Svizzera (1998), "**Ordinanza del 26 agosto 1998 sul risanamento dei siti inquinati (OSiti)**", RS 814.680, <https://www.admin.ch>.

### Decreti federali

- [17] Confederazione Svizzera (1992), "**Bundesratsbeschluss Sachplan Fruchtfolgeflächen: Festsetzung des Mindestumfanges der Fruchtfolgeflächen und deren Aufteilung auf die Kantone**", <https://www.admin.ch>.

### Istruzioni e direttive USTRA

- [18] Ufficio federale delle strade USTRA (2021), "**Strassenabwasserbehandlung: Stand der Technik**" *Documentazione ASTRA 88002, V2.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [19] Ufficio federale delle strade USTRA (2012), "**Procedura in caso di rinvenimento di reperti archeologici e paleontologici durante la costruzione di strade nazionali**", *Istruzioni ASTRA 7A020, V1.01*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [20] Ufficio federale delle strade USTRA (2008), "**Misure di sicurezza sulle strade nazionali secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti**", *Direttiva ASTRA 19001, V2.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [21] Ufficio federale delle strade USTRA (2012), "**Esecuzione dell'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti sulle strade nazionali**", *Direttiva 19002, V1.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [22] Ufficio federale delle strade USTRA (2011), "**Sicurezza operativa Esercizio**", *Direttiva ASTRA 16050, V1.02*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

## Norme

- [23] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2003) "**Strassenentwässerung; Abfluss**", 40 353, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [24] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2003), "**Strassenentwässerung; Ablauf, Strassenablauf**", 40 356, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [25] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2009), "**Strassenentwässerung; Belastung des Strassenabwassers**", 40 347, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [26] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2001), "**Oberflächenentwässerung; Regenintensitäten**", 40 50, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [27] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2010), "**Strassen und Entwässerungssysteme; Schutzmassnahmen für Amphibien**", 40 699, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [28] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2003), "**Strassenentwässerung; Grundlagen**", 40 340A, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [29] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1983), "**Filtermaterialien; Qualitätsvorschriften**", 70 25A, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [30] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2010), "**Strassenentwässerung; Entwässerung über das Bankett**", 40 354, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [31] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1983), "**Drainage; Projektierung**", 40 355, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [32] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2003), "**Strassenentwässerung; Bemessung der Leitung**", 40 357, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [33] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1985), "**Strassenentwässerung; Rohrleitungen und Drainagen, Ausführungsvorschriften**", 40 360, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [34] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2012), "**Strassenentwässerung; Aufsätze und Abdeckungen**", 40 366, [www.vss.ch](http://www.vss.ch).
- [35] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2019), "**Strassenentwässerung; Retention und Behandlung**", 40 361.
- [36] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2019), "**Strassenentwässerung; Unfälle und Havarien**", 40 364.

## Manuali USTRA

- [37] Ufficio federale delle strade USTRA (2018), "**Esercizio**", *Manuale tecnico ASTRA 26010, Schede tecniche, V1.01*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [38] Ufficio federale delle strade USTRA (2013), "**Tracciato/Ambiente (FHB T/U)**", *Manuale tecnico ASTRA 21001*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

## Documentazione

- [39] Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque VSA (2019), "**Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter**", *Direttiva*, [www.vsa.ch](http://www.vsa.ch).
- [40] Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque VSA (2007), "**Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM). Richtlinie für die konzeptuelle Planung von Massnahmen**", *Direttiva*, [www.vsa.ch](http://www.vsa.ch).
- [41] M. Gutmann (2010), "**Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung**", *USTRA & Sennhauser, Werner & Rauch AG*.
- [42] Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio UFAFP (1999), "**Direttiva per il riciclaggio, il trattamento e il deposito di materiale di scavo (Direttiva sul materiale di scavo)**", [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- [43] Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE (2006), "**Piano settoriale Superfici per l'avvicendamento delle colture (SAC) – Guida**", [www.are.admin.ch](http://www.are.admin.ch).
- [44] Peter Kaufmann aquawet (2009), "**Erhaltungsprojekt Stadttangente Bern, Hydraulische Berechnung Teil 2**".
- [45] Ufficio federale delle strade USTRA (2013), "**Methodik zur Prüfung der Verhältnismässigkeit von Strassenabwasserbehandlungsanlagen**", *Documentazione ASTRA 88003, V1.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [46] Ufficio federale delle strade USTRA e Sennhauser Werner & Rauch AG SWR (in corso di elaborazione), "**Verhältnismässigkeit des Aufwands für Strassenabwasserbehandlung, Kriterien und Methode zur Beurteilung**", *Relazione*.

- 
- [47] Ufficio federale per l'ambiente UFAM (2011), "**Erläuternder Bericht zur Änderung der Gewässerschutzverordnung vom 4. Mai 2011**", [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- 
- [48] Ufficio federale dell'ambiente USAFP (1998), "**Spiegazioni sull'ordinanza del 1° luglio 1998 contro il deterioramento del suolo (O suolo)**", [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- 
- [49] Ufficio federale delle strade USTRA (2013), "**MISTRA SABA Datenerfassungshandbuch**", *Documentazione-IT ASTRA 68024, V1.20*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- 
- [50] Ufficio federale delle strade USTRA (2014), "**Versickerung des Strassenabwassers der Nationalstrassen über den Strassenrand**", *Documentazione ASTRA 88006, V1.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- 
- [51] Ufficio federale delle strade USTRA (2015), "**Versickerungspotential für das Strassenabwasser entlang der Böschungen der Nationalstrassen**", *Documentazione ASTRA 88011, V1.20*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
-





## Cronologia redazionale

Edizione	Versione	Data	Operazione
2023	1.31	15.12.2023	Adeguamento della documentazione «Strassenabwasserbehandlung: Stand der Technik» (2021) Modifiche principali: Eliminazione di terreno filtrante e letto assorbente, bacini di ritenzione come trattamento principale per il livello di prestazione «minimo».
2013	1.30	18.12.2015	Adeguamenti linguistici. Correzione della fig. 4.2. Glossario d/f/i.
2013	1.20	12.1.2014	Adeguamenti linguistici.
2013	1.10	3.12.2013	Adeguamenti formali e linguistici, adattamento del punto 4.1.2.
2013	1.00	20.06.2013	Entrata in vigore versione 2013.

