Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale delle strade USTRA

MANUALE TECNICO

GALLERIE E GEOTECNICA (FHB T/G)

Edizione 2026, gennaio
ASTRA 24001

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

Ufficio federale delle strade USTRA

Divisione infrastruttura stradale I

Manuale tecnico T/G
(Galleria e geotecnica)

24 001-00000 Indice	**1**
20 001-00001 Introduzione generale	**2**
24 001-0xxxx Revisione	**3**
24 001-1xxxx Elementi costruttivi	**4**
24 001-2xxxx Progettazione	**5**
24 001-5xxxx Documentazione	**6**
	7
	8
	9
	10

n° Documento	Titolo	Versione
24 001-00000	**Indice**	
24 001-00001	Indice	5.25
20 001-00001	**Introduzione generale**	
20 001-00001	Introduzione generale	3.02
20 001-00004	Abbreviazioni	1.01
24 001-00001	**Revisione**	
20 001-00006	Piano di revisione	2.00
24 001-00001	Protocollo di revisione	2.16
24 001-1xxxx	**Elementi costruttivi**	
24 001-100xx	**Elementi costruttivi - Generalità**	
24 001-10011	Durata d'utilizzazione degli elementi costruttivi	1.00
24 001-101xx	**Tracciato stradale**	
24 001-10101	Andamento planimetrico del tracciato	2.03
24 001-10102	Andamento altimetrico del tracciato	2.03
24 001-10103	Pendenza trasversale	2.03
24 001-10104	Diramazioni	2.05
24 001-102xx	**Sezione della galleria**	
24 001-10201	Spazio utile per il traffico	2.08
24 001-10202	Soletta intermedia	2.08
24 001-10203	Rivestimento fonoassorbente	2.12
24 001-10204	Sezione tipo	2.15
24 001-10205	Progettazione senza barriere nei Tunnel	1.00
24 001-103xx	**Finitura**	
24 001-10301	Rivestimento definitivo in conci prefabbricati	2.04
24 001-10302	Rivestimento definitivo	2.18
24 001-10303	Sistemi di rivestimento superficiale e tinteggiatura delle gallerie	1.05
24 001-10304	Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione	2.13
24 001-104xx	**Carreggiata, banchine e tracciati per cavi**	
24 001-10401	Pavimentazione in galleria	3.04
24 001-10402	Banchine	2.07
24 001-10403	Piastra carrabile	2.02
24 001-10404	Canale tecnico	2.09
24 001-10405	Cavidotti e pozzetti di tiro	2.25
24 001-10406	Condotte circolari nella calotta	2.04
24 001-105xx	**Impermeabilizzazione**	

n° Documento	Titolo	Versione
24 001-10500	Impermeabilizzazione - Principi generali	2.11
24 001-10501	Impermeabilizzazione a ombrello	2.02
24 001-10502	Impermeabilizzazione integrale	2.02
24 001-10504	Membrane per impermeabilizzazione	2.02
24 001-10505	Sistemi d'iniezione	2.10
24 001-10506	Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie	2.03
24 001-106xx	**Drenaggio**	
24 001-10601	Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione	2.12
24 001-10602	Caditoia a fessura	2.06
24 001-10603	Pozzetto sifonato	2.25
24 001-10604	Condotta di drenaggio stradale	2.02
24 001-10606	Bacini di raccolta	2.14
24 001-107xx	**Elementi costruttivi complementari per la sicurezza**	
24 001-10701	Approvvigionamento idrico antincendio	2.06
24 001-10702	Nicchie per idranti	2.03
24 001-10703	Nicchie SOS	2.07
24 001-10704	Piazzole d'emergenza	2.07
24 001-10705	Collegamenti trasversali carrabili	2.05
24 001-10706	Collegamenti trasversali pedonali	2.06
24 001-10707	Cunicoli di sicurezza e di fuga	2.05
24 001-10709	Protezione da urto nelle gallerie stradali	1.04
24 001-108xx	**Portali della galleria**	
24 001-10801	Parete antiricircolo	2.12
24 001-10802	Colonnine SOS (area portali)	2.07
24 001-10803	Collegamenti carrabili per servizi d'intervento	2.04
24 001-10804	Piazzole di sosta per personale di esercizio e manutenzione	2.03
24 001-10805	Progettazione dei portali	3.00
24 001-109xx	**Principi progettuali per le variazioni di sezione**	
24 001-10901	Variazioni di sezione – Variazioni di sezione trasversale	2.11
24 001-110xx	**Impianti accessori**	
24 001-11002	Ventilatori longitudinali – Aspetti costruttivi	2.12
24 001-11003	Aperture di evacuazione fumi	2.04
24 001-11004	Pozzi	2.03
24 001-15xxx	**Opere di sostegno**	
24 001-15101	Opere di sostegno – Aspetti generali	3.02

n° Documento	Titolo	Versione
~~24 001-15102~~	~~Protezione controterra di opere di sostegno~~ → 24 001-15103	~~2.14~~
24 001-15103	Impermeabilizzazione e drenaggio di opere di sostegno	3.03
24 001-15104	Opere di sostegno ancorate	3.00
24 001-15105	Conservazione dei muri di sostegno a mensola	1.03
24 001-15200	Tagli di versante e terrapieni	3.04
24 001-15400	Tiranti di ancoraggio attivi	2.05
24 001-15500	Tiranti di ancoraggio passivi	2.04
~~24 001-15600~~	~~Micropali~~ →24 001-15800	~~2.03~~
24 001-15700	Pali di fondazione	2.05
24 001-15800	Micropali	2.05
24 001-18xxx	**Pericoli naturali**	
24 001-18010	Pericoli naturali – Aspetti generali	2.14
24 001-18100	Pendii in movimento e instabili	2.05
24 001-18200	Terremoti	3.02
24 001-18300	Reti paramassi	2.05
24 001-18400	Terrapieni e argini di protezione	3.06
24 001-18500	Protezione antiscalzamento e interventi di sistemazione dei corsi d'acqua	2.02
24 001-19xxx	**Tematiche particolari**	
24 001-19001	Interventi in presenza di parti d'opera contenenti amianto	1.01
24 001-2xxxx	**Progettazione**	
20 001-00002	Parte generale	3.02
20 001-00003	Prestazioni generali	2.00
20 001-00008	Dossier di sintesi	2.01
20 001-00009	Elenco di basi specifiche di progetto	1.00
20 001-20xxx	**Basi generali**	
20 001-20001	Previsioni di traffico	3.02
20 001-20002	Opere nell'arena di influenza di impianti ferroviari	2.04
20 001-20003	Capitolato d'oneri standard UBB	2.02
20 001-20004	Rivelamento dello stato di inquinamento acustico (ZEL)	2.01
20 001-20006	Digitalizzazione dei dossier	1.02
24 001-20xxx	**Contenuti dei dossier**	
24 001-20201	Contenuto del dossier EK	1.21
24 001-20210	Prestazioni specifiche di progettazione per EK	1.11
24 001-20301	Contenuto del dossier MK	1.23
24 001-20310	Prestazioni specifiche di progettazione per MK	1.11

n° Documento	Titolo	Versione
24 001-20401	Contenuto del dossier MP	1.25
24 001-20501	Contenuto del dossier GP	1.22
24 001-20601	Contenuto del dossier AP	1.23
24 001-20701	Contenuto del dossier DP	1.23
24 001-5xxxx	**Documentazione**	
20 001-50001	Intestazione	1.10
20 001-50002	Documenti dell'opera eseguita da consegnare DaW	1.02
24 001-50001	Parte tecnica – Documentazione perimetro di progetto e oggetto d'inventario	1.11
24 001-50010	Modulo di acquisizione dati KUBA – Allegato alla parte tecnica	1.10

Indice

1 Aspetti generali 2
1.1 Premessa 2
1.2 Obiettivi 2
1.3 Gerarchia 3
1.4 Destinatari 3
1.5 Carattere vincolante dei manuali tecnici 4
2 Attuazione 5
2.1 Organizzazione 5
2.2 Interrelazioni tra i differenti manuali tecnici 5
2.3 Approvazione e revisione 5
2.4 Stato e applicazione 5
2.5 Struttura 6
3 Modulo Elementi costruttivi 7
3.1 Considerazioni generali 7
3.2 Elementi costruttivi: Tracciato e ambiente 7
3.3 Elementi costruttivi: Manufatti 7
3.4 Elementi costruttivi: Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza 7
3.5 Elementi costruttivi: Gallerie e geotecnica 8
4 Modulo Progettazione 9
4.1 Progettazione: osservazioni generali 9
4.2 Progettazione Tracciato e ambiente 10
4.3 Progettazione Manufatti 10
4.4 Progettazione Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza 10
4.5 Progettazione Gallerie e geotecnica 10
5 Modulo Documentazione 11

1 Aspetti generali

1.1 Premessa

La Nuova impostazione della perequazione finanziaria e della ripartizione dei compiti tra Confederazione e Cantoni (NPC) ha comportato la riorganizzazione interna dell'USTRA. Per effetto di tale riorganizzazione l'applicazione degli standard tecnici per le strade nazionali è stata affidata alla divisione Infrastruttura stradale (I), in particolare ai settori Sostegno tecnico (FU) e Completamento della rete (NV). Contemporaneamente, l'emanazione di suddetti standard è stata attribuita alla divisione Reti stradali, al cui interno il settore Standard, e sicurezza infrastrutture (SSI) è responsabile della gestione generale di tutte le norme tecniche in vigore.

I manuali tecnici devono proporre un numero limitato di soluzioni e principi standard per la realizzazione di opere, nei limiti delle istruzioni, direttive e norme in vigore. È importante che le soluzioni proposte dimostrino di conciliare la massima sicurezza con il migliore rapporto costi-prestazioni degli impianti durante il loro intero ciclo di vita, richiedano la minor superficie stradale possibile per l'esercizio e la manutenzione e permettano l'uniformazione delle varie fasi del progetto, dalla progettazione attraverso l'appalto fino all'esercizio e alla manutenzione.

I cosiddetti manuali tecnici devono proporre soluzioni tecniche che rispettino queste condizioni.

Alla redazione dei manuali tecnici ad opera della divisione Infrastruttura stradale ha contribuito il settore SSI, così da garantire anche il rispetto delle esigenze della divisione Reti stradali.

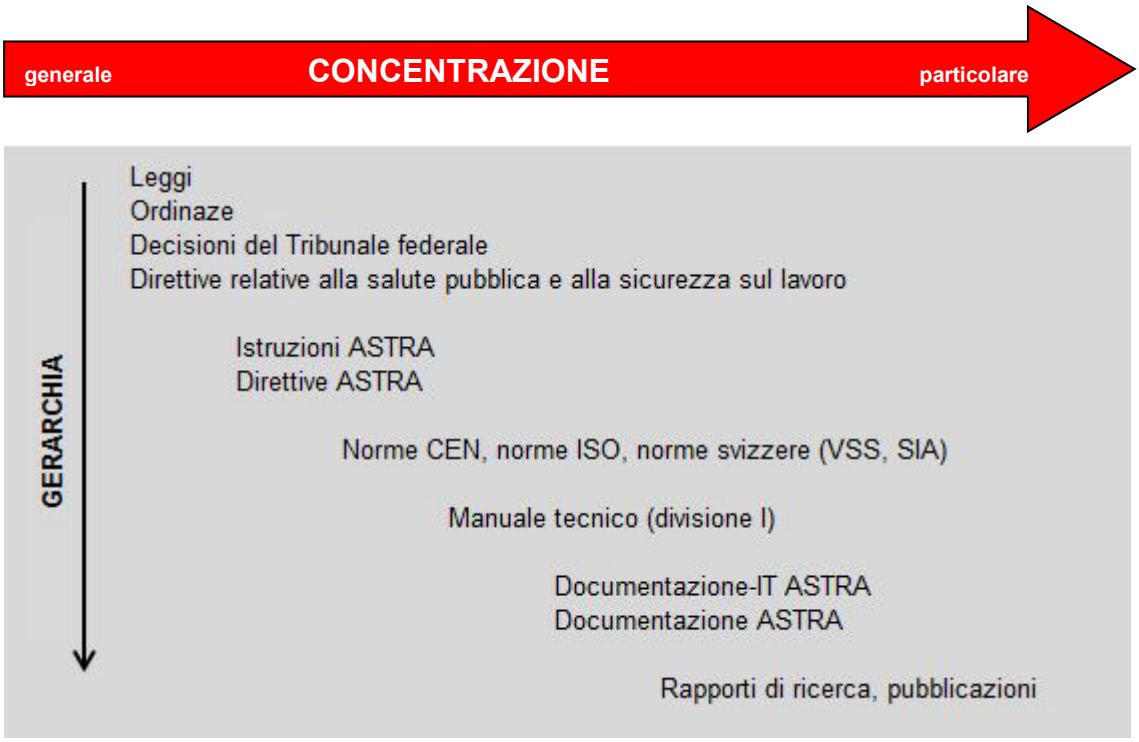
La comunicazione tra i diversi soggetti deve essere improntata alla semplicità e alla funzionalità. I manuali tecnici devono essere pubblicati sul sito Internet dell'USTRA in tedesco, francese e italiano.

1.2 Obiettivi

I manuali tecnici:

- definiscono standard tecnici unitari che rispondano alle esigenze delle strade nazionali
- costituiscono un aiuto pratico attraverso soluzioni tecniche concrete e sperimentate (schizzi, tabelle, ecc.)
- sono al passo con gli sviluppi della tecnica pur senza essere manuali di studio né «libri di ricette»: devono essere considerati come linee guida, all'interno delle quali l'ingegnere responsabile del progetto dispone infatti di spazio di manovra e flessibilità sufficienti
- fissano i criteri per la scelta dei materiali da impiegare
- guidano l'utente nella consultazione e applicazione dei diversi strumenti normativi in vigore (direttive, istruzioni, norme, altri manuali tecnici, documentazione varia, ecc.)
- rimandano agli strumenti normativi senza ripeterne il contenuto
- ove necessario, colmano lacune e chiariscono contraddizioni presenti in direttive, istruzioni, norme, ecc.
- non contengono informazioni che possano ostacolare o danneggiare il mercato e la concorrenza (non sono ammesse raccomandazioni per determinate marche di prodotti)
- non ostacolano inutilmente la ricerca e lo sviluppo nell'ambito della tecnica
- vengono rivisti periodicamente e aggiornati agli sviluppi più recenti della tecnica
- non assolvono l'ingegnere responsabile del progetto dalle sue responsabilità legali e contrattuali
- non esimono i progettisti dal loro compito di ricercare una soluzione razionale e adeguata alla situazione

1.3 Gerarchia



1.4 Destinatari

I manuali tecnici si rivolgono a:

- divisione Infrastruttura stradale dell'USTRA (sede centrale e filiali dell'Ufficio)
- divisione Reti stradali dell'USTRA
- Cantoni (nell'ambito del completamento della rete stradale)
- Unità territoriali
- soggetti terzi incaricati dall'USTRA (pianificatori, studi di ingegneri, imprese)

1.5 Carattere vincolante dei manuali tecnici

Le disposizioni contenute nei manuali tecnici sono frutto dell'esperienza maturata nell'ambito delle strade nazionali. I manuali sono da considerarsi come fonte di riflessione e linee guida nello studio delle soluzioni tecniche più idonee.

Per l'esame di conformità eseguito nell'ambito di un progetto di conservazione vanno consultati in particolare i moduli Elementi costruttivi dei diversi manuali tecnici.

Può verificarsi, a seconda del problema, che singole schede tecniche si contraddicano o che la loro applicazione sia ragionevole solo in certi casi. In simili situazioni è necessario rivolgersi agli specialisti della sede centrale dell'USTRA.

Nei casi in cui l'applicazione delle schede tecniche non produca alcuna soluzione economicamente sostenibile, il progettista è tenuto a elaborare una variante realizzabile dal punto di vista tecnico e del rapporto costi/benefici. Tale soluzione deve essere discussa con gli specialisti del Sostegno tecnico e da quest'ultimo approvata.

2 Attuazione

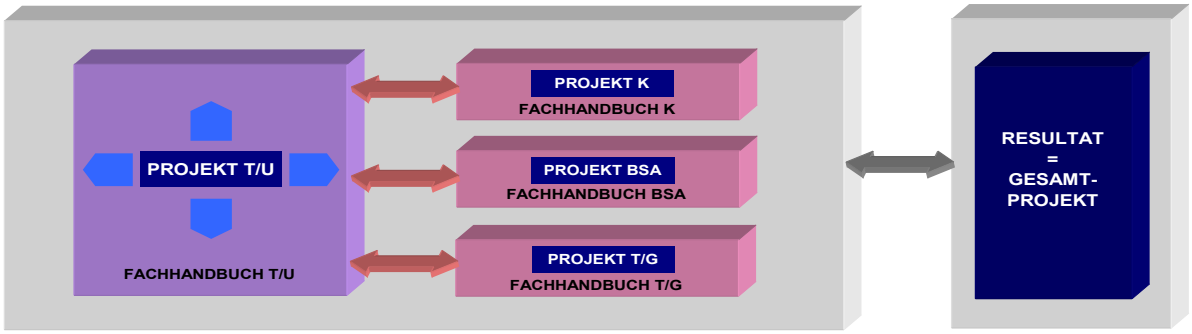
2.1 Organizzazione

La redazione dei manuali tecnici è affidata ai rispettivi gruppi specializzati o a più gruppi specializzati:

- gruppo specializzato Tracciato e ambiente (T/U)
- gruppo specializzato Manufatti (K)
- gruppo specializzato Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)
- gruppo specializzato Gallerie e geotecnica (T/G)

2.2 Interrelazioni tra i differenti manuali tecnici

I manuali tecnici non sono tra loro indipendenti. La rappresentazione grafica proposta qui di seguito illustra a titolo esemplificativo le relazioni che devono intercorrere tra il manuale tecnico Tracciato e ambiente e gli altri manuali tecnici per avere la necessaria visione di insieme al momento della pianificazione di qualsiasi progetto riguardante le strade nazionali. Ciò significa che qualsiasi aspetto inerente al settore Tracciato e ambiente deve essere considerato anche nell'ottica degli altri settori specialistici e quindi dei rispettivi manuali tecnici.



2.3 Approvazione e revisione

Le versioni definitive vengono approvate dal capo della divisione Infrastruttura stradale (I).
Le revisioni e le integrazioni ai moduli o alle schede tecniche già approvati vengono effettuate in linea dimassima ogni sei mesi. In casi urgenti o eccezionali è possibile procedere a soluzioni tecniche seguendo la procedura interna dell'USTRA.
Tutte le approvazioni, revisioni e integrazioni ai manuali tecnici devono essere comunicate sul sito Internet dell'USTRA.

2.4 Stato e applicazione

La versione aggiornata dei manuali tecnici è pubblicata sul sito Internet dell'USTRA (www.astra.admin.ch / Area tecnico-amministrativa / Documenti strade nazionali/Programmo di agglomerato / Documentazione tecnica strade nazionali / Sostegno tecnico / Manuali tecnici).
Negli indici dei singoli manuali sono segnalate anche le schede tecniche ancora in elaborazione o in programma.

2.5 Struttura

I manuali tecnici sono strutturati in tre moduli differenti, uno per ciascun aspetto o fase del progetto. La numerazione segue la struttura dei documenti tecnici dell'USTRA illustrata qui di seguito:

FHB T/U 21	FHB K 22	FHB BSA 23	FHB T/G 24
Modulo INTRODUZIONE	Modulo INTRODUZIONE	Modulo INTRODUZIONE	Modulo INTRODUZIONE
Indice	Indice	Indice	Indice
Introduzione	Introduzione	Introduzione	Introduzione
20 001-00001	20 001-00001	20 001-00001	20 001-00001
Elenco delle abbreviazioni	Elenco delle abbreviazioni	Elenco delle abbreviazioni	Elenco delle abbreviazioni
20 001-00004	20 001-00004	20 001-00004	20 001-00004
Progetto Revisione	Progetto Revisione	Progetto Revisione	Progetto Revisione
20 001-00006	20 001-00006	20 001-00006	20 001-00006
Verbale di revisione	Verbale di revisione	Verbale di revisione	Verbale di revisione
21 001-00001	22 001-00001	23 001-00001	24 001-00001
Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI	Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI	Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI	Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI
21 001-1xxxx	22 001-1xxxx	23 001-1xxxx	24 001-1xxxx
Modulo PROGETTAZIONE	Modulo PROGETTAZIONE	Modulo PROGETTAZIONE	Modulo PROGETTAZIONE
Parte generale	Parte generale	Parte generale	Parte generale
20 001-00002	20 001-00002	20 001-00002	20 001-00002
Prestazioni generali	Prestazioni generali	Prestazioni generali	Prestazioni generali
20 001-00003	20 001-00003	20 001-00003	20 001-00003
Synthesedossier	Synthesedossier	Synthesedossier	Synthesedossier
20 001-00008	20 001-00008	20 001-00008	20 001-00008
Elenco di basi specifiche di progetto	Elenco di basi specifiche di progetto	Elenco di basi specifiche di progetto	Elenco di basi specifiche di progetto
20 001-00009	20 001-00009	20 001-00009	20 001-00009
Basi generali	Basi generali	Basi generali	Basi generali
20 001-2000x	20 001-2000x	20 001-2000x	20 001-2000x
Modelli di documenti T/U	Modelli di documenti K	Modelli di documenti BSA	Modelli di documenti T/G
21 001-200xx	22 001-200xx	23 001-200xx	24 001-200xx
Basi T/U	Basi K	Basi BSA	Basi T/G
21 001-201xx	22 001-201xx	23 001-201xx	24 001-201xx
Contenuti dei dossier	Contenuti dei dossier	Contenuti dei dossier	Contenuti dei dossier
21 001-20xxx	22 001-20xxx	23 001-20xxx	24 001-20xxx
Modulo DOCUMENTAZIONE	Modulo DOCUMENTAZIONE	Modulo DOCUMENTAZIONE	Modulo DOCUMENTAZIONE
Intestazione	Intestazione	Intestazione	Intestazione
20 001-50xxx	20 001-50xxx	20 001-50xxx	20 001-50xxx
Parte T/U	Parte K	Parte BSA	Parte T/G
21 001-5xxxx	22 001-5xxxx	23 001-5xxxx	24 001-5xxxx

3 Modulo Elementi costruttivi

3.1 Considerazioni generali

Il modulo Elementi costruttivi fornisce i dettagli per la costruzione e rappresenta dunque la base degli standard dell'USTRA. I dettagli di costruzione rispondono alle esigenze specifiche dell'USTRA e completano direttive, istruzioni, norme e simili già disponibili. Sono il risultato di riflessioni interne all'Ufficio e delle molteplici esperienze fatte nel corso degli ultimi anni nel campo della costruzione, sistemazione, manutenzione ed esercizio delle strade nazionali.

3.2 Elementi costruttivi: Tracciato e ambiente

Il modulo Elementi costruttivi si rifà principalmente alle norme VSS, che contengono informazioni dettagliate per ogni settore del genio civile. Le schede tecniche si basano sulle norme VSS e rimandano ad esse.

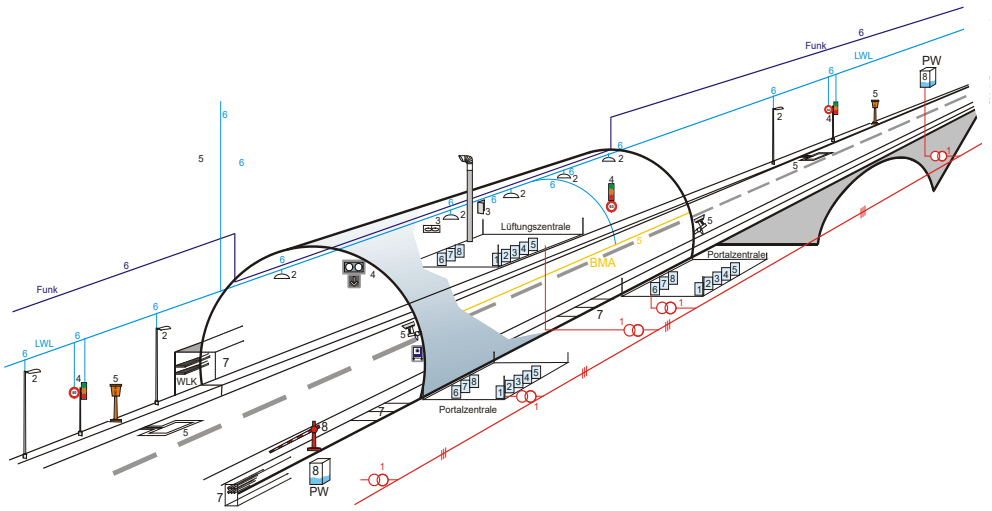
3.3 Elementi costruttivi: Manufatti

Nessuna osservazione

3.4 Elementi costruttivi: Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza

Le specifiche tecniche già contenute in una direttiva non vengono riprese nelle schede tecniche.

I capitoli Energia (1), Illuminazione (2), Ventilazione (3), Segnaletica (4), Impianti di sorveglianza (5), Comunicazione e sistema di gestione (6), Impianti di cablaggio (7) e Impianti annessi (8) corrispondono agli elementi degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA) descritti nella direttiva USTRA 13013 «Sistema svizzero d'identificazione degli impianti» (AKS-CH).



3.5 Elementi costruttivi: Gallerie e geotecnica

Il riferimento principale di questo modulo è rappresentato dalle norme SIA 197 e SIA 197/2, conosciute dai professionisti del settore delle gallerie e nel frattempo già sperimentate. La sua struttura è stata ripresa in buona parte dalla norma SIA 197/2.

Per facilitare la consultazione dei diversi strumenti normativi di riferimento, all'inizio di ogni scheda tecnica vengono elencate le norme, direttive e schede tecniche in relazione diretta con essa. L'elenco vuole servire da semplice riferimento e ausilio e non ha alcuna pretesa di completezza. Si è scelto di non citare titoli della letteratura specialistica e di riportare eventuali indicazioni al riguardo in allegato alle schede tecniche.

Ogni scheda tecnica presenta la medesima struttura, suddivisa nei seguenti tre capitoli:

1. **Basi:** elenca le norme, le direttive e le schede tecniche particolarmente rilevanti per la scheda tecnica in questione;

2. **Considerazioni generali:** descrive le problematiche per permettere una più facile comprensione dei requisiti fissati nel capitolo successivo;

3. **Requisiti:** parte centrale della scheda tecnica, contiene prescrizioni concrete illustrate talvolta per mezzo di schizzi.

Una scheda tecnica può contenere quasi esclusivamente riferimenti a norme riconosciute se queste ultime forniscono già informazioni chiare e complete sull'oggetto della scheda tecnica.
Il manuale tecnico Gallerie e geotecnica non contiene misure sussidiarie in materia di scavo delle gallerie.

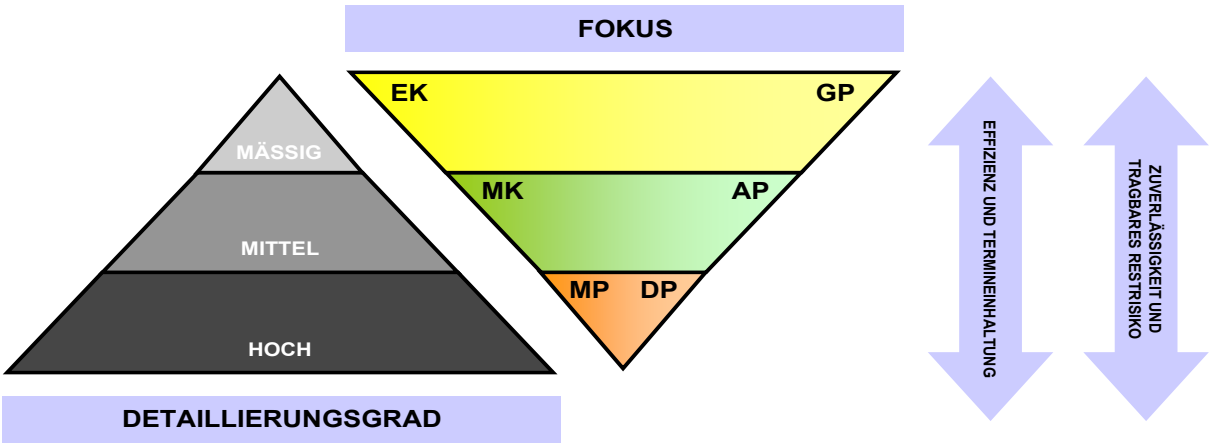
4 Modulo Progettazione

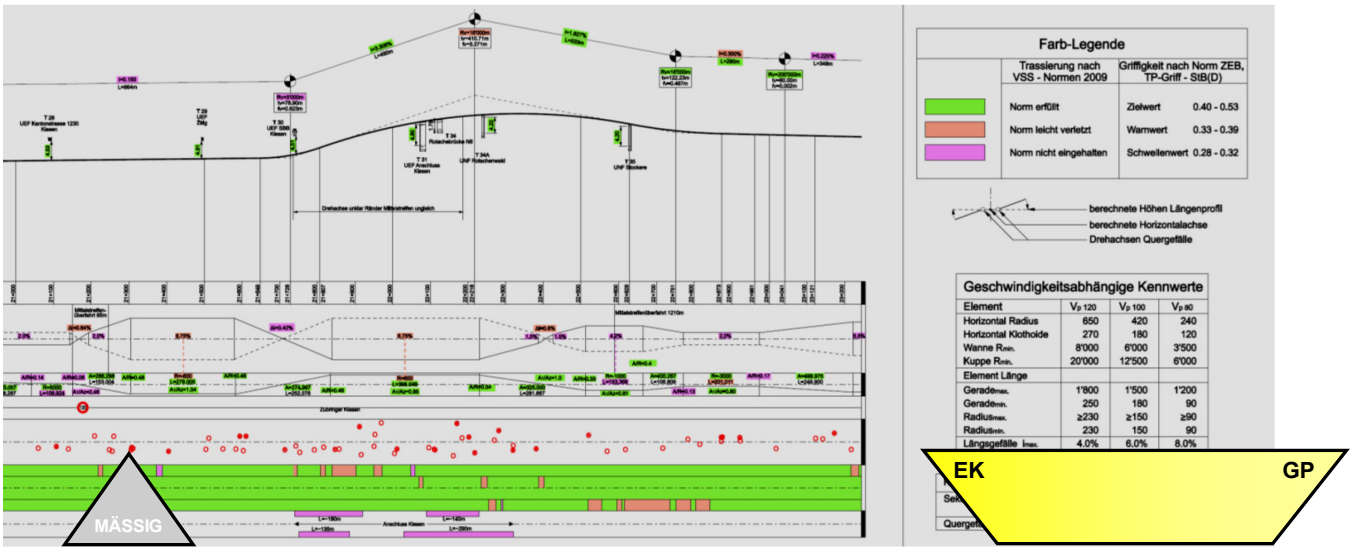
4.1 Progettazione: osservazioni generali

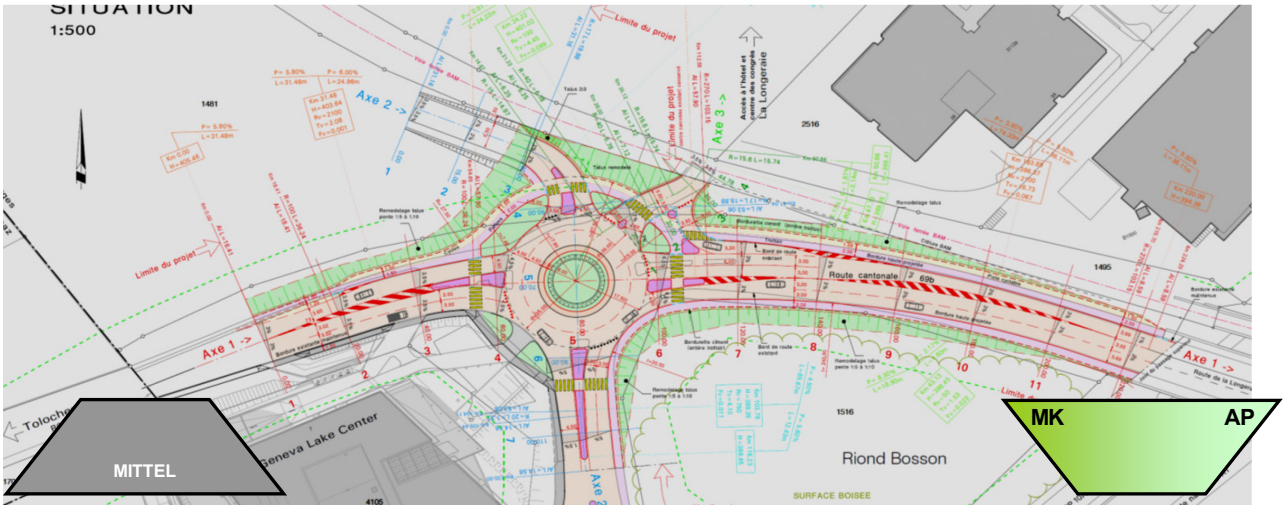
Il modulo Progettazione descrive le principali prestazioni di ciascuna delle sei fasi di progettazione definite dall'USTRA (EK, MK, MP, GP, AP e DP), lo sviluppo di progetti precedentemente effettuato ovvero lo studio di progetto non sono parte integrante dei manuali tecnici. Le prestazioni di progettazione fissate nella norma SIA 103 vengono pertanto «tradotte» nelle fasi di progettazione dell'USTRA.

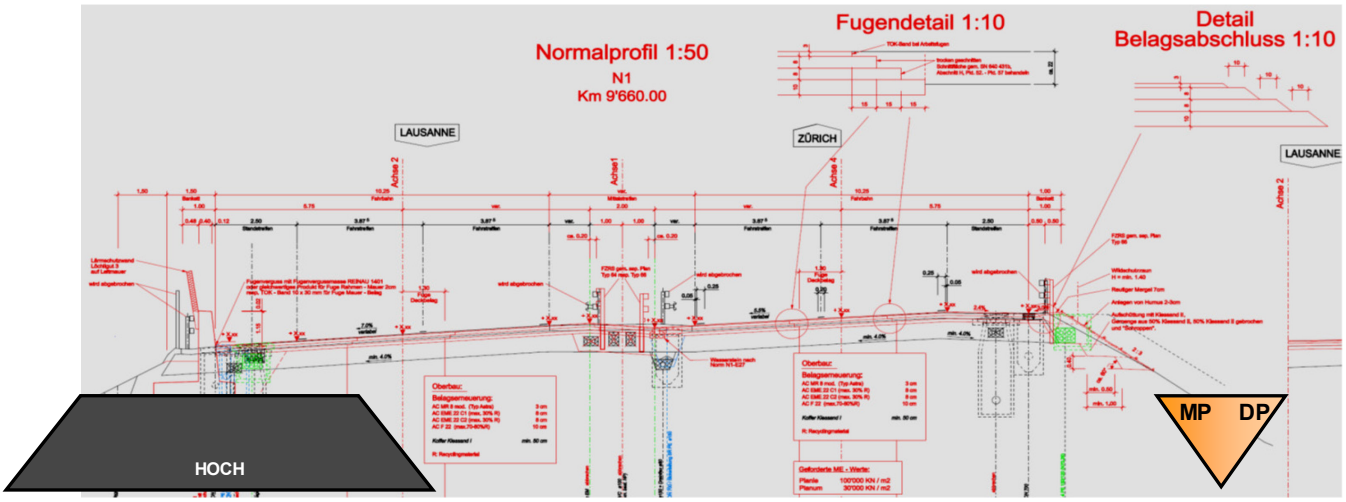
Questo modulo è stato sviluppato attraverso un metodo basato sull'efficienza. Per ciascuna fase di progettazione vengono definiti i contenuti del dossier e fornite spiegazioni dettagliate sulle diverse prestazioni di progettazione. I contenuti del dossier e le spiegazioni tengono conto del crescente grado di specificazione delle varie fasi di progettazione e possono essere modificati in base alla complessità e alle dimensioni dei progetti.

Qui di seguito viene illustrato il rapporto tra focus e grado di specificazione delle fasi di progettazione nel caso del modulo Progettazione del manuale tecnico Tracciato e ambiente:









4.2 Progettazione Tracciato e ambiente

Nessuna osservazione

4.3 Progettazione Manufatti

Nessuna osservazione

4.4 Progettazione Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza

Nessuna osservazione

4.5 Progettazione Gallerie e geotecnica

Nessuna osservazione

5 Modulo Documentazione

Nessuna osservazione / in corso

1 Obiettivo e scopo

Nei quattro manuali tecnici vengono utilizzate delle abbreviazioni. Quando si ricorre a sigle sussiste sempre il rischio di eccedere nell'uso. Le abbreviazioni, inoltre, possono avere più significati e dare adito a dubbi.

Le abbreviazioni utilizzate nei manuali tecnici devono essere uniformi, cioè essere valide per tutti e quattro i settori specialistici e, nei limiti del possibile, per tutte le lingue. Il loro significato deve essere univoco.

Si richiede l'utilizzo rigoroso del seguente elenco di abbreviazioni. Per le espressioni corrispondenti non è consentito l'uso di abbreviazioni diverse da quelle riportate. L'elenco si basa sulle abbreviazioni ufficiali delle leggi federali e cantonali, delle associazioni e degli uffici, nonché sulle sigle già in uso presso l'USTRA.

Per le fasi di progetto, le designazioni di dipartimenti, i servizi, i gruppi specializzati e i manuali tecnici dell'USTRA vengono utilizzate in tutte le lingue solo le abbreviazioni o sigle tedesche.

2 Ambito dell'elenco

L'elenco delle abbreviazioni copre le seguenti aree / categorie:

- A (*Ämter, Abteilungen*) = uffici, dipartimenti (Confederazione, Cantone, ecc.)
- F (*Funktionen*) = funzioni
- G (*Gesetze und Verordnungen*) = leggi e ordinanze
- I (*Inventare, Register*) = inventari, registri
- N (*Normen, Richtlinien und Vorschriften*) = norme, direttive e prescrizioni (emanate da USTRA, organismi di normalizzazione, ecc.)
- O (*Anlagen, Objekte*) = impianti, oggetti
- P (*Projektphasen*) = fasi del progetto
- T (*Technische Abkürzungen*) = abbreviazioni tecniche (tecnologia, materiali, fisica, chimica, ecc.)
- V (*Verbände*) = associazioni

Il presente elenco non include le abbreviazioni degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza, oggetto dell'Allegato III Cataloghi tecnici "prodotto" della Direttiva 13013 Struttura e codificazione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (AKS-CH).

3 Struttura

Le abbreviazioni sono elencate in ordine alfabetico, come avviene in un dizionario (colonna di sinistra).

La seconda colonna fornisce informazioni sull'area o la categoria dell'abbreviazione.

Le colonne successive forniscono indicazioni sul significato in tedesco, francese e italiano e sulle abbreviazioni corrispondenti. È pertanto possibile che alcune abbreviazioni siano riportate tre volte nell'elenco.

Il significato principale dell'abbreviazione è evidenziato in corsivo e grassetto.

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	Abk.	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
AAR	*T*	***Alkali-Aggregat-Reaktion***	*AAR*	Réaction alcalis-granulats	*RAG*	Reazione alcali-aggregati	*RAA*
AC I	*F*	***Abteilungschef der Abteilung Infrastruktur***	*AC I*	***Chef de la division infrastructure routière***	*AC I*	***Capo divisione infrastruttura stradale***	*AC I*
AEAI	*V*	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen	*VKF*	***Association des établissements cantonaux d'assurance incendie***	*AEAI*	Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio	*AICAA*
AICAA	*V*	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen	*VKF*	Association des établissements cantonaux d'assurance incendie	*AEAI*	***Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio***	*AICAA*
AKS-CH	*N*	***Anlagenkennzeichnungssystem Schweiz***	*AKS-CH*	***Système suisse d'identification d'installations***	*AKS-CH*	***Sistema svizzero d'identificazione degli impianti***	*AKS-CH*
AltlV	*G*	***Altlastenverordnung***	*AltlV*	Ordonnance sur les sites contaminés	*OSites*	Ordinanza sui siti contaminati	*OSiti*
AP	*P*	***Ausführungsprojekt***	*AP*	***Projet définitif***	*AP*	***Progetto di esecutivo***	*AP*
ARE	*A*	***Bundesamt für Raumentwicklung***	*ARE*	***Office fédéral du développement territorial***	*ARE*	***Ufficio federale dello sviluppo territoriale***	*ARE*
ASC	*T*	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	*USV*	***Alimentation sans coupure***	*ASC*	Gruppo statico di continuità (Uninterruptible Power Supply)	*UPS*
ASE	*V*	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV); (heute: electrosuisse)	*SEV*	***Association suisse des électriciens (aujourd'hui: electrosuisse)***	*ASE*	***Associazione Svizzera degli Elettrotecnici (oggi: electrosuisse)***	*ASE*
ASTRA	*A*	***Bundesamt für Strassen***	*ASTRA*	Office fédéral des routes	*OFROU*	Ufficio federale delle strade	*USTRA*
AW	*T*	***Alarmwert***	*AW*	Valeur d'alarme	*VA*	Valore d'allarme	*VA*
BAFU	*A*	***Bundesamt für Umwelt***	*BAFU*	Office fédéral de l'environnement	*OFEV*	Ufficio federale dell'ambiente	*UFAM*
BAMO	*F*	Bauherrenunterstützung	*BHU*	***Bureau d'appui au maître d'ouvrage***	*BAMO*	Supporto al committente	*BHU*
BAU	*O*	Pannenstreifen	*PS*	***Bande d'arrêt d'urgence***	*BAU*	Corsia di emergenza	*CE*
BauAV	*G*	***Bauarbeitenverordnung***	*BauAV*	Ordonnance sur les travaux de construction	*OTConst*	Ordinanza sui lavori di costruzione	*OLCostr*
BAV	*A*	***Bundesamt für Verkehr***	*BAV*	Office fédéral des transports	*OFT*	Ufficio federale dei trasporti	*UFT*
BBK	*T*	***Bedien- und Benutzungskonzept***	*BBK*	Concept de gestion et d'utilisation	*BBK*	Piano di gestione ed utilizzo	*BBK*
BD	*T*	Datenbank	*DB*	***Bases de données***	*BD*	***Banca dati***	*BD*

Abbr.	***Cat.***	**Tedesco**		**Francese**		**Italiano**	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
BFS	*A*	***Bundesamt für Statistik***	*BFS*	Office fédéral de la statistique	*OFS*	Ufficio federale di statistica	*UST*
BGF	*G*	***Bundesgesetz über die Fischerei***	*BGF*	Loi fédérale sur la pêche	*LFSP*	Legge federale sulla pesca	*LFSP*
BGW	*T*	***Belastungsgrenzwert***	*BGW*	Valeur limite d'exposition au bruit	*VLE*	Valore limite d'esposizione al rumore	*VLE*
BHU	*F*	***Bauherrenunterstützung***	*BHU*	Bureau d'appui au maître d'ouvrage	*BAMO*	***Supporto al committente***	*BHU*
BLN	*I*	***Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung***	*BLN*	Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale	*IFP*	Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale	*IFP*
BMA	*O*	**Brandmeldeanlage**	*BMA*	Détection d'incendie	*DIN*	Impianto di rilevamento incendio	*INC*
BP	*T*	Projektbasis	*PB*	**Base du projet**	*BP*	***Base di progetto***	*BP*
BSA	*N*	***Betriebs- und Sicherheitsausrüstung***	*BSA*	***Equipements d'exploitation et de sécurité***	*BSA*	***Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza***	*BSA*
BWK	*T*	***Bauwerksklasse***	*BWK*	Classe d'ouvrage	*CO*	Classe di opera	*CO*
CAN	*N*	Normpositionen-Katalog	*NPK*	***Catalogue des articles normalisés***	*CAN*	Catalogo delle posizioni normalizzate	*CPN*
CE	*O*	Pannenstreifen	*PS*	Bande d'arrêt d'urgence	*BAU*	***Corsia di emergenza***	*CE*
CEM	*T*	Elektromagnetische Verträglichkeit	*EMV*	***Compatibilité électromagnétique***	*CEM*	***Compatibilità elettromagnetica***	*CEM*
CFF	*A*	Schweizerische Bundesbahnen	*SBB*	***Chemins de fer fédéraux suisses***	*CFF*	Ferrovie federali svizzere	*FFS*
CP	*F*	Projektleiter	*PL*	***Chef de projet***	*CP*	Responsabile di progetto	*PL*
CPN	*N*	Normpositionen-Katalog	*NPK*	Catalogue des articles normalisés	*CAN*	***Catalogo delle posizioni normalizzate***	*CPN*
CPX	*T*	***Close-Proximity-Method*** (Quellnahe Belagsmessung - Lärm)	***CPX***	***Close-Proximity-Method***	*CPX*	***Close-Proximity-Method***	*CPX*
CRC	*T*	Korrosionswiderstandsklasse	*KWK*	***Classe de résistance à la corrosion***	*CRC*	***Classe dei resistenza alla corrosione***	*CRC*
DAP	*P*	Plangenehmigungsverfügung	*PGV*	***Décision d'approbation des plans***	*DAP*	***Decisione di approvazione piani***	*DAP*
DATEC	*A*	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation	*UVEK*	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication	*DETEC*	***Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni***	*DATEC*
DB	*T*	***Datenbank***	*DB*	Base de données	*BD*	Banca dati	*BD*

Abbr.	***Cat.***	**Tedesco**		**Francese**		**Italiano**	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
DETEC	*A*	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation	*UVEK*	***Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication***	*DETEC*	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni	*DATEC*
DFGP	*A*	Eidgenössisches Justiz und Polizeidepartement	*EJPD*	Département fédéral de justice et police	*DFJP*	***Dipartimento federale di giustizia e polizia***	*DFGP*
DFI	*A*	Eidgenössisches Departement des Innern	*EDI*	***Département fédéral de l'intérieur***	*DFI*	***Dipartimento federale dell'interno***	*DFI*
DFJP	*A*	Eidgenössisches Justiz und Polizeidepartement	*EJPD*	***Département fédéral de justice et police***	*DFJP*	Dipartimento federale di giustizia e polizia	*DFGP*
DIN	*O*	Brandmeldeanlage	*BMA*	***Détection d'incendie***	*DIN*	Impianto di rilevamento incendio	*INC*
DP	*P*	***Detailprojekt***	*DP*	***Projet de détail***	*DP*	***Progetto di dettaglio***	*DP*
DS	*T*	Empfindlichkeitsstufe	*ES*	***Degré de sensibilité au bruit***	*DS*	Grado di sensibilità	*GS*
DTV	*T*	***Durchschnittlicher täglicher Verkehr***	*DTV*	Trafic journalier moyen	*TJM*	Traffico giornaliero medio	*TGM*
DWV	*T*	***Durchschnittlicher Werktagsverkehr***	*DWV*	Trafic journalier moyen des jours ouvrables	*TJMO*	Traffico feriale medio	*TFM*
EBG	*G*	***Eisenbahngesetz***	*EBG*	Loi fédérale sur les chemins de fer	*LCdF*	Legge federale sulle ferrovie	*Lferr*
EBV	*G*	***Eisenbahnverordnung***	*EBV*	Ordonnance sur les chemins de fer	*OCF*	Ordinanza sulle ferrovie	*Oferr*
EDI	*A*	***Eidgenössisches Departement des Innern***	*EDI*	Département fédéral de l'intérieur	*DFI*	Dipartimento federale dell'interno	*DFI*
EIA	*P*	Umweltverträglichkeitsprüfung	*UVP*	Etude d'impact sur l'environnement	*EIE*	***Esame dell'impatto sull'ambiente***	*EIA*
EIE	*P*	Umweltverträglichkeitsprüfung	*UVP*	***Etude d'impact sur l'environnement***	*EIE*	Esame dell'impatto sull'ambiente	*EIA*
EJPD	*A*	***Eidgenössisches Justiz und Polizeidepartement***	*EJPD*	Département fédéral de justice et police	*DFJP*	Dipartimento federale di giustizia e polizia	*DFGP*
EK	*P*	***Globales Erhaltungskonzept***	*EK*	***Concept global de maintenance***	*EK*	***Piano globale di conservazione***	*EK*
ElеG	*G*	***Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen***	*ElеG*	Loi fédérale concernant les installations électriques à faible et fort courant	*LIE*	Legge sugli impianti elettrici	*LIE*
EM	*P*	***Einzelmassnahmen***	*EM*	Mesures individuelles	*MI*	***Misura di carattere individuale***	*EM*
EMA	*O*	***Elektromechanische Anlage***	*EMA*	Installation électromécanique	---	Impianti elettromeccanici	---

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	Abk.	Sens	abr.	Significato	abbr.
EMS-CH	*N*	***Management System für Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen der Schweizer Nationalstrassen (EMS-CH).***	*EMS-CH*	***Système de gestion des équipements d'exploitations et de sécurité des routes nationales suisse (EMS-CH)***	*EMS-CH*	***Sistema di gestione per gli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza delle strade nazionali svizzere (EMS-CH)***	*EMS-CH*
EMV	*T*	***Elektromagnetische Verträglichkeit***	*EMV*	Compatibilité électromagnétique	*CEM*	Compatibilità elettromagnetica	*CEM*
EP	*F*	***Erhaltungsplanung***	*EP*	***Gestion du patrimoine***	*EP*	***Pianificazione conservazione***	*EP*
EP	*P*	***Erhaltungsprojekt***	*EP*	***Projet de maintenance***	*EP*	***Progetto di conservazione***	*EP*
ES	*T*	***Empfindlichkeitsstufe***	*ES*	Degré de sensibilité au bruit	*DS*	Grado di sensibilità	*GS*
ESTI	*A*	***Eidgenössisches Starkstrominspektorat***	*ESTI*	***Inspection fédérale des installations à courant fort***	*ESTI*	***Ispettorato federale degli impianti a corrente forte***	*ESTI*
FAB	*T*	Schallschutzfenster	*SSF*	***Fenêtres antibruit***	*FAB*	Finestra fonoisolante	*FFI*
FaS	*F*	***Fachspezialist***	*FaS*	***Spécialiste technique***	*FaS*	***Specialista***	*FaS*
FAT	*T*	***File Allocation Table***	*FAT*	***File Allocation Table***	*FAT*	***File Allocation Table***	*FAT*
FBÜ	*O*	***Fahrbahnübergang***	*FBÜ*	Joints de chaussée	---	Passaggio di carreggiata	---
FFS	*A*	Schweizerische Bundesbahnen	*SBB*	Chemins de fer fédéraux suisses	*CFF*	**Ferrovie federali svizzere**	*FFS*
FHB	*N*	***Fachhandbuch***	*FHB*	***Manuel technique***	*FHB*	***Manuale tecnico***	*FHB*
FLAG	*P*	***Führen mit Leistungsauftrag und Globalbudget***	*FLAG*	Gestion par mandat de prestations et enveloppe budgétaire	*GMEB*	Gestione mediante mandato di prestazioni e preventivo globale	*GEMAP*
FlaMa	*P*	***Flankierende Massnahmen***	*FlaMa*	***Mesures d'accompagnement***	*FlaMa*	***Misure di accompagnamento***	*FlaMa*
FLK	*T*	***Flüssigkunststoff***	*FLK*	Etanchéité synthéthique liquide	*FLK*	Resine liquide	---
FU	*F*	***Fachunterstützung***	*FU*	***Soutien technique***	*FU*	***Sostegno tecnico***	*FU*
FZRS	*O*	***Fahrzeugrückhaltesysteme***	*FZRS*	***Dispositifs de retenue des véhicules***	*FZRS*	***Sistemi di ritenuta stradale***	*FZRS*
GAT	*O*	Werkleitungskanal	*WELK*	***Galerie technique***	*GAT*	Canale tecnico	*WELK*
GE	*A*	***Gebietseinheit***	*GE*	Unité territoriale	*UT*	Unità territoriale	*UT*
GEC	*N*	Notfallmanagement Baustelle	*NMB*	Gestion des urgences sur les chantiers	*GUC*	***Gestione emergenze cantiere***	*GEC*
GEL	*T*	Lichtraumprofil	*LRP*	**Gabarit d'espace libre**	*GEL*	Sagoma limite	---

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
GEMAP	*P*	Führen mit Leistungsauftrag und Globalbudget	*FLAG*	Gestion par mandat de prestations et enveloppe budgétaire	*GMEB*	***Gestione mediante mandato di prestazioni e preventivo globale***	*GEMAP*
GENPRO	*P*	Projektgenerierung	*PROGEN*	**Génération de projet**	*GENPRO*	Sviluppo del progetto	*PROGEN*
GEP	*P*	***Genereller Entwässerungs-Plan***	*GEP*	Plan général d'évacuation des eaux	*PGEE*	Piano generale di smaltimento delle acque	*PGS*
GHK	*T*	***Gefahrenhinweiskarte***	*GHK*	Carte indicatives des dangers	---	Carte indicative dei pericoli	---
GIS	*T*	***Geoinformationssystem***	*GIS*	Système d'information géographique / du territoire	*SIG / SIT*	Sistema informativo territoriale	*GIS / SIT*
GMEB	*P*	Führen mit Leistungsauftrag und Globalbudget	*FLAG*	***Gestion par mandat de prestations et enveloppe budgétaire***	*GMEB*	Gestione mediante mandato di prestazioni e preventivo globale	*GEMAP*
GP	*P*	***Generelles Projekt***	*GP*	***Projet général***	*GP*	***Progetto generale***	*GP*
GS	*T*	Empfindlichkeitsstufe	*ES*	Degré de sensibilité au bruit	*DS*	***Grado di sensibilità***	*GS*
GSchG	*G*	***Gewässerschutzgesetz***	*GSchG*	Loi fédérale sur la protection des eaux	*LEaux*	Legge federale sulla protezione della acque	*LPAc*
GSchV	*G*	***Gewässerschutz-Verordnung***	*GSchV*	Ordonnance sur la protection des eaux	*OEaux*	Ordinanza sulla protezione delle acqua	*OPAc*
GUC	*N*	Notfallmanagement Baustelle	*NMB*	***Gestion des urgences sur les chantiers***	*GUC*	Gestione emergenze cantiere	*GEC*
GWR	*I*	***Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister***	*GWR*	Registre fédéral des bâtiments et des logements	*RegBL*	Registro federale degli edifici e delle abitazioni	*REA*
HAP	*T*	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	*PAK*	***Hydrocarbure aromatique polycyclique***	*HAP*	Idrocarburi policiclici aromatici	*IPA*
HDW	*T*	***Hochdruckwasserstrahlen***	*HDW*	Hydrodémolition	---	Idrodemolizione	---
IC	*A*	***Investitionscontrolling***	*IC*	***Contrôle des investissements***	*IC*	***Controlling investimenti***	*IC*
IFP	*I*	Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung	*BLN*	***Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale***	*IFP*	***Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale***	*IFP*
IGW	*T*	***Immissionsgrenzwert***	*IGW*	Valeur limite d'immission	*VLI*	Valore limite di immissione	*VLI*
INC	*O*	Brandmeldeanlage	*BMA*	Détection d'incendie	*DIN*	***Impianto di rilevamento incendio***	*INC*
IO	*T*	***Inventarobjekt***	*IO*	Objet d'inventaire	*OI*	Oggetto d'inventario	*OI*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
IPA	*T*	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	*PAK*	Hydrocarbure aromatique polycyclique	*HAP*	***Idrocarburi policiclici aromatici***	*IPA*
ISO	*V*	***International Organisation for Standardisation***	*ISO*	***International Organization for Standardization***	*ISO*	***International Organization for Standardization***	*ISO*
ISOS	*I*	***Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung***	*ISOS*	***Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse***	*ISOS*	***Inventario federale degli insediamenti svizzeri da proteggere d'importanza nazionale***	*ISOS*
IVA	*G*	Mehrwertsteuer	*MWST*	Taxe sur la valeur ajoutée	*TVA*	***Imposta sul valore aggiunto***	*IVA*
IVS	*I*	***Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz***	*IVS*	***Inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse***	*IVS*	***Inventario federale delle vie di comunicazione storiche della Svizzera***	*IVS*
JSG	*G*	***Jagdgesetz***	*JSG*	Loi sur la chasse	*LChP*	Legge sulla caccia	*LCP*
K	*N*	***Kunstbauten***	*K*	***Ouvrages d'art***	*K*	***Manufatti***	*K*
KBU	*P*	***Kleiner baulicher Unterhalt***	*KBU*	***Travaux d'entretien courant***	*KBU*	***Misure di piccola manutenzione edile***	*KBU*
KDB	*T*	***Kunststoff-Dichtungsbahnen***	*KDB*	Lé d'étanchéité en matière synthétique	*KDB*	Membrane impermeabilizzanti sintetiche	*KDB*
KLZ	*A*	***Kantonale Leitzentrale (Polizei)***	*KLZ*	Centrale cantonale de gestion du trafic (police)	---	Centrale cantonale di gestione del traffico (polizia)	---
KV	*P*	***Kostenvoranschlag***	*KV*	Devis	*KV*	Stima costo	*KV*
KWK	*T*	***Korrosionswiderstandsklasse***	*KWK*	Classe de résistance à la corrosion	*CRC*	Classe dei resistenza alla corrosione	*CRC*
KZM	*T*	***Kurzzeitmessung***	*KZM*	***Mesure de courte durée***	*KZM*	***Misurazione di breve durata***	*KZM*
LAT	*G*	Raumplanungsgesetz	*RPG*	***Loi fédérale sur l'aménagement du territoire***	*LAT*	Legge sulla pianificazione del territorio	*LPT*
LBK	*I*	***Lärmbelastungskataster***	*LBK*	***Cadastre du bruit routier***	*LBK*	***Catasto delle immissioni foniche***	*LBK*
LBP	*T*	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	*PBD*	***Lé d'étanchéité en bitume-polymère***	*LBP*	Membrana impermeabilizzante bitume-polimero	*MIBP*
LBP	*T*	***Landschaftspflegerischer Begleitplan***	*LBP*	Plan d'aménagement paysager	*PAP*	Piano paesaggistico	---
LCdF	*G*	Eisenbahngesetz	*EBG*	***Loi fédérale sur les chemins de fer***	*LCdF*	Legge federale sulle ferrovie	*Lferr*
LChP	*G*	Jagdgesetz	*JSG*	***Loi sur la chasse***	*LChP*	Legge sulla caccia	*LCP*

Abbr.	*Cat.*	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
LCP	*G*	Jagdgesetz	*JSG*	Loi sur la chasse	*LChP*	***Legge sulla caccia***	*LCP*
LCPR	*G*	Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege	*FWG*	***Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre***	*LCPR*	Legge federale sui percorsi pedonali ed i sentieri	*LPS*
LCR	*G*	Strassenverkehrsgesetz	*SVG*	***Loi fédérale sur la circulation routière***	*LCR*	Legge federale sulla circolazione stradale	*LCStr*
LCStr	*G*	Strassenverkehrsgesetz	*SVG*	Loi fédérale sur la circulation routière	*LCR*	***Legge federale sulla circolazione stradale***	*LCStr*
LEaux	*G*	Gewässerschutzgesetz	*GSchG*	***Loi fédérale sur la protection des eaux***	*LEaux*	Legge federale sulla protezione della acque	*LPAc*
LeV	*G*	***Verordnung über elektrische Leitungen***	*LeV*	Ordonnance sur les lignes électriques	*OLEl*	Ordinanza sulle linee elettriche	*OLEl*
Lferr	*G*	Eisenbahngesetz	*EBG*	Loi fédérale sur les chemins de fer	*LCdF*	***Legge federale sulle ferrovie***	*Lferr*
LFo	*G*	Waldgesetz	*WaG*	***Loi fédérale sur les forêts***	*LFo*	***Legge federale sulle foreste***	*LFo*
LFSP	*G*	Bundesgesetz über die Fischerei	*BGF*	***Loi fédérale sur la pêche***	*LFSP*	***Legge federale sulla pesca***	*LFSP*
LIE	*G*	Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen	*EleG*	***Loi fédérale concernant les installations électriques à faible et fort courant***	*LIE*	***Legge sugli impianti elettrici***	*LIE*
LPAc	*G*	Gewässerschutzgesetz	*GSchG*	Loi fédérale sur la protection des eaux	*LEaux*	***Legge federale sulla protezione della acque***	*LPAc*
LPAmb	*G*	Umweltschutzgesetz	*USG*	Loi fédérale sur la protection de l'environnement	*LPE*	***Legge sulla protezione dell'ambiente***	*LPAmb*
LPE	*G*	Umweltschutzgesetz	*USG*	***Loi fédérale sur la protection de l'environnement***	*LPE*	Legge sulla protezione dell'ambiente	*LPAmb*
LPN	*G*	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz	*NHG*	***Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage***	*LPN*	***Legge federale sulla protezione della natura e del paesaggio***	*LPN*
LPS	*G*	Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege	*FWG*	Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre	*LCPR*	***Legge federale sui percorsi pedonali ed i sentieri***	*LPS*
LPT	*G*	Raumplanungsgesetz	*RPG*	Loi fédérale sur l'aménagement du territoire	*LAT*	***Legge sulla pianificazione del territorio***	*LPT*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
LRN	*G*	Bundesgesetz über die Nationalstrassen	*NSG*	***Loi fédérale sur les routes nationales***	*LRN*	Legge federale sulle strade nazionali	*LSN*
LRP	*T*	***Lichtraumprofil***	*LRP*	Gabarit d'espace libre	*GEL*	Sagoma limite	---
LRV	*G*	***Luftreinhalteverordnung***	*LRV*	Ordonnance sur la protection de l'air	*OPAir*	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico	*OIAI*
LSN	*G*	Bundesgesetz über die Nationalstrassen	*NSG*	Loi fédérale sur les routes nationales	*LRN*	***Legge federale sulle strade nazionali***	*LSN*
LSP	*P*	***Lärmschutzprojekt***	*LSP*	Projet de protection contre le bruit	*LSP*	Progetto di protezione contro il rumore	*LSP*
LSV	*G*	***Lärmschutz-Verordnung***	*LSV*	Ordonnance sur la protection contre le bruit	*OPB*	Ordinanza contro l'inquinamento fonico	*OIF*
LSW	*T*	***Lärmschutzwand***	*LSW*	Parois antibruit	*PAB*	Barriera antirumore	---
LVS	*I*	***Liegenschafts- und Vertragsmanagement-System***	*LVS*	***Gestion des biens-fonds et des contrats***	*LVS*	***Sistema di gestione degli immobili e dei contratti***	*LVS*
LZM	*T*	***Langzeitmessung***	*LZM*	Mesure de longue durée	*LZM*	Misurazione a lungo termine	*LZM*
MA	*T*	***Gussasphalt***	*MA*	***Asphalte coulé***	*MA*	***Asfalto colato***	*MA*
METAS	*A*	***Eidgenössisches Institut für Metrologie***	*METAS*	***Institut fédéral de métrologie***	*METAS*	***Istituto federale di metrologia***	*METAS*
MI	*P*	Einzelmassnahmen	*EM*	***Mesures individuelles***	*MI*	Misura di carattere individuale	*EM*
MIBP	*T*	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	*PBD*	Lé d'étanchéité en bitume-polymère	*LBP*	***Membrana impermeabilizzante bitume-polimero***	*MIBP*
MISTRA	*I*	***Management-Informationssystem Strasse und Strassenverkehr***	*MISTRA*	***Système d'information pour la gestion des routes et du trafic***	*MISTRA*	***Sistema d'informazione per la gestione delle strade e del traffico***	*MISTRA*
MK	*P*	***Massnahmenkonzept***	*MK*	***Concept d'intervention***	*MK*	***Piano di intervento***	*MK*
MMF	*T*	***Multimodefaser***	*MMF*	***Fibre multi mode***	*MMF*	***Fibra multimodale***	*MMF*
MP	*P*	***Massnahmenprojekt***	*MP*	***Projet d'intervention***	*MP*	***Progetto di intervento***	*MP*
MSÜ	*O*	***Mittelstreifenüberfahrt***	*MSÜ*	Passage du terre-plein central / Passage de déviation	*PDév*	***Cambio di carreggiata / deviazione temporanea***	*MSÜ*
MWST	*G*	***Mehrwertsteuer***	*MWST*	Taxe sur la valeur ajoutée	*TVA*	Imposta sul valore aggiunto	*IVA*
NFA	*G*	***Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung***	*NFA*	Réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches	*RPT*	Nuova impostazione delle perequazione finanziaria e dei compiti	*NPC*
NHG	*G*	***Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz***	*NHG*	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage	*LPN*	Legge federale sulla protezione della natura e del paesaggio	*LPN*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	Abk.	Sens	abr.	Significato	abbr.
NHV	*G*	***Verordnung über den Natur- und Heimatschutz***	*NHV*	Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage	*OPN*	Ordinanza sulla protezione della natura e del paesaggio	*OPN*
NIBT	*N*	Niederspannungs-Installations-Norm	*NIN*	***Norme sur les installations à basse tension***	*NIBT*	***Norma sugli impianti a bassa tensione***	*NIBT*
NIN	*N*	***Niederspannungs-Installations-Norm***	*NIN*	norme sur les installations à basse tension	*NIBT*	Norma sugli impianti a bassa tensione	*NIBT*
NIV	*G*	***Niederspannungs-Installationsverordnung***	*NIV*	Ordonnance sur les installations électriques à basse tension	*OIBT*	Ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione	*OIBT*
NMB	*N*	***Notfallmanagement Baustelle***	*NMB*	Gestion des urgences sur les chantiers	*GUC*	Gestione emergenze cantiere	*GEC*
NPC	*G*	Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung	*NFA*	Réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches	*RPT*	***Nuova impostazione delle perequazione finanziaria e dei compiti***	*NPC*
NPK	*N*	***Normpositionen-Katalog***	*NPK*	Catalogue des articles normalisés	*CAN*	Catalogo delle posizioni normalizzate	*CPN*
NS	*T*	***Nationalstrasse***	*NS*	Route nationale	*RN*	Strada nazionale	*SN*
NSG	*G*	***Bundesgesetz über die Nationalstrassen***	*NSG*	Loi fédérale sur les routes nationales	*LRN*	Legge federale sulle strade nazionali	*LSN*
NSV	*G*	***Nationalstrassenverordnung***	*NSV*	Ordonnance sur les routes nationales	*ORN*	Ordinanza sulle strade nazionali	*OSN*
NTZ	*T*	***Notruf-Telefon-Zentrale***	*NTZ*	Centrale téléphonique d'urgence	---	Centrale chiamate d'emergenza	---
NV	*P*	***Nutzungsvereinbarung***	*NV*	***Convention d'utilisation***	*NV*	***Convenzione d'utilizzazione***	*NV*
OACE	*G*	Wasserbauverordnung	*WBV*	***Ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau***	*OACE*	Ordinanza sulle sistemazione dei corsi d'acqua	*OSCA*
OAT	*G*	Raumplanungsverordnung	*RPV*	***Ordonnance sur l'aménagement du territoire***	*OAT*	Ordinanza sulla pianificazione del territorio	*OPT*
OCEM	*G*	Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit	*VEMV*	***Ordonnance sur la compatibilité électromagnétique***	*OCEM*	***Ordinanza sulla compatibilità elettromagnetica***	*OCEM*
OCF	*G*	Eisenbahnverordnung	*EBV*	***Ordonnance sur les chemins de fer***	*OCF*	Ordinanza sulle ferrovie	*Oferr*
OEaux	*G*	Gewässerschutzverordnung	*GSchV*	***Ordonnance sur la protection des eaux***	*OEaux*	Ordinanza sulla protezione delle acqua	*OPAc*
OEIA	*G*	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung	*UVPV*	Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement	*OEIE*	***Ordinanza concernente l'esame dell'impatto sull'ambiente***	*OEIA*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
OEIE	*G*	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung	*UVPV*	***Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement***	*OEIE*	Ordinanza concernente l'esame dell'impatto sull'ambiente	*OEIA*
OERB	*O*	***Ölrückhaltebecken***	*OERB*	Séparateur d'huiles	---	Bacino di disoleazione	---
Oferr	*G*	Eisenbahnverordnung	*EBV*	Ordonnance sur les chemins de fer	*OCF*	***Ordinanza sulle ferrovie***	*Oferr*
OFEV	*A*	Bundesamt für Umwelt	*BAFU*	***Office fédéral de l'environnement***	*OFEV*	Ufficio federale dell'ambiente	*UFAM*
OFo	*G*	Waldverordnung	*WaV*	***Ordonnance sur les forêts***	*OFo*	***Ordinanza sulle foreste***	*OFo*
OFROU	*A*	Bundesamt für Strassen	*ASTRA*	***Office fédéral des routes***	*OFROU*	Ufficio federale delle strade	*USTRA*
OFS	*A*	Bundesamt für Statistik	*BFS*	***Office fédéral de la statistique***	*OFS*	Ufficio federale di statistica	*UST*
OFT	*A*	Bundesamt für Verkehr	*BAV*	***Office fédéral des transports***	*OFT*	Ufficio federale dei trasporti	*UFT*
OI	*T*	Inventarobjekt	*IO*	***Objet d'inventaire***	*OI*	***Oggetto d'inventario***	*OI*
OIAI	*G*	Luftreinhalteverordnung	*LRV*	Ordonnance sur la protection de l'air	*OPAir*	***Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico***	*OIAI*
OIBT	*G*	Niederspannungs-Installationsverordnung	*NIV*	***Ordonnance sur les installations électriques à basse tension***	*OIBT*	***Ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione***	*OIBT*
OIF	*G*	Lärmschutz-Verordnung	*LSV*	Ordonnance sur la protection contre le bruit	*OPB*	***Ordinanza contro l'inquinamento fonico***	*OIF*
OL-Constr	*G*	Bauarbeitenverordnung	*BauAV*	Ordonnance sur les travaux de construction	*OTConst*	***Ordinanza sui lavori di costruzione***	*OLConstr*
OLEI	*G*	Verordnung über elektrische Leitungen	*LeV*	***Ordonnance sur les lignes électriques***	*OLEI*	***Ordinanza sulle linee elettriche***	*OLEI*
OPAc	*G*	Gewässerschutzverordnung	*GSchV*	Ordonnance sur la protection des eaux	*OEaux*	***Ordinanza sulla protezione delle acqua***	*OPAc*
OPAir	*G*	Luftreinhalteverordnung	*LRV*	***Ordonnance sur la protection de l'air***	*OPAir*	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico	*OIAI*
OPAM	*G*	Störfallverordnung	*StFV*	***Ordonnance sur les accidents majeurs***	*OPAM*	Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti	*OPIR*
OPB	*G*	Lärmschutz-Verordnung	*LSV*	***Ordonnance sur la protection contre le bruit***	*OPB*	Ordinanza contro l'inquinamento fonico	*OIF*
OPIR	*G*	Störfallverordnung	*StFV*	Ordonnance sur les accidents majeurs	*OPAM*	***Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti***	*OPIR*

Abbr.	***Cat.***	**Tedesco**		**Francese**		**Italiano**	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
OPN	*G*	Verordnung über den Natur- und Heimatschutz	*NHV*	***Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage***	*OPN*	***Ordinanza sulla protezione della natura e del paesaggio***	*OPN*
OpSi	*T*	***Operative Sicherheit***	*OpSi*	Sécurité opérationnelle	*SécOp*	***Sicurezza operativa***	*OpSi*
OPT	*G*	Raumplanungsverordnung	*RPV*	Ordonnance sur l'aménagement du territoire	*OAT*	***Ordinanza sulla pianificazione del territorio***	*OPT*
ORN	*G*	Nationalstrassenverordnung	*NSV*	***Ordonnance sur les routes nationales***	*ORN*	Ordinanza sulle strade nazionali	*OSN*
OS	*T*	***Oberflächenschutzsystem***	*OS*	***Système de protection de surface***	*OS*	***Sistemi di protezione delle superfici***	*OS*
OS MF	*T*	***multifunktionales Oberflächenschutz***	*OS MF*	***Protection de surface multifonctionnelle***	*OS MF*	***Sistemi di protezione multifunzionale***	*OS MF*
OSCA	*G*	Wasserbauverordnung	*WBV*	Ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau	*OACE*	***Ordinanza sulle sistemazione dei corsi d'acqua***	*OSCA*
OSites	*G*	Altlastenverordnung	*AltlV*	***Ordonnance sur les sites contaminés***	*OSites*	Ordinanza sui siti contaminati	*OSiti*
OSiti	*G*	Altlastenverordnung	*AltlV*	Ordonnance sur les sites contaminés	*OSites*	***Ordinanza sui siti contaminati***	*OSiti*
OSLa	*G*	Schall- und Laserverordnung	*SLV*	***Ordonnance son et laser***	*OSLa*	***Ordinanza sugli stimoli sonori e i raggi laser***	*OSLa*
OSN	*G*	Nationalstrassenverordnung	*NSV*	Ordonnance sur les routes nationales	*ORN*	***Ordinanza sulle strade nazionali***	*OSN*
OSol	*G*	Verordnung über Belastungen des Bodens	*VBBo*	***Ordonnance sur les atteintes portées aux sols***	*OSol*	Ordinanza contro il deterioramento del suolo	*Osuolo*
OSR	*G*	Signalisationsverordnung	*SSV*	***Ordonnance sur la signalisation routière***	*OSR*	Ordinanza sulla segnaletica stradale	*OSStr*
OSStr	*G*	Signalisationsverordnung	*SSV*	Ordonnance sur la signalisation routière	*OSR*	***Ordinanza sulla segnaletica stradale***	*OSStr*
Osuolo	*G*	Verordnung über Belastungen des Bodens	*VBBo*	Ordonnance sur les atteintes portées aux sols	*OSol*	***Ordinanza contro il deterioramento del suolo***	*Osuolo*
OT-Const	*G*	Bauarbeitenverordnung	*BauAV*	***Ordonnance sur les travaux de construction***	*OTConst*	Ordinanza sui lavori di costruzione	*OLCostr*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
PAB	*T*	Lärmschutzwand	*LSW*	***Parois antibruit***	*PAB*	Barriera antirumore	---
PAK	*T*	***Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe***	*PAK*	Hydrocarbure aromatique polycyclique	*HAP*	Idrocarburi policiclici aromatici	*IPA*
PAP	*P*	Plangenehmigungsverfahren	*PGV*	***Procédure d'approbation des plans***	*PAP*	Procedura d'approvazione dei piani di costruzione	*PAPC*
PAP	*P*	Landschaftspflegerischer Begleitplan	*LBP*	***Plan d'aménagement paysager***	*PAP*	Piano paesaggistico	---
PAPC	*P*	Plangenehmigungsverfahren	---	Procédure d'approbation des plans	*PAP*	***Procedura d'approvazione dei piani di costruzione***	*PAPC*
PB	*P*	***Projektbasis***	*PB*	Base du projet	*BP*	Base di progetto	*BP*
PBD	*T*	***Polymerbitumen-Dichtungsbahn***	*PBD*	Lé d'étanchéité en bitume-polymère	*LBP*	Membrana impermeabilizzante bitume-polimero	*MIBP*
PDév	*O*	Mittelstreifenüberfahrt	*MSÜ*	***Passage du terre-plein central / Passage de déviation***	*PDév*	Cambio di carreggiata / Deviazione temporanea	---
PGEE	*P*	Genereller Entwässerungs-Plan	*GEP*	***Plan général d'évacuation des eaux***	*PGEE*	Piano generale di smaltimento delle acque	*PGS*
PGS	*P*	Genereller Entwässerungs-Plan	*GEP*	Plan général d'évacuation des eaux	*PGEE*	***Piano generale di smaltimento delle acque***	*PGS*
PGV	*P*	***Plangenehmigungsverfügung***	*PGV*	Décision d'approbation des plans	*DAP*	Decisione di approvazione piani	*DAP*
PL	*F*	***Projektleiter***	*PL*	Chef de projet	*CP*	Responsabile di progetto	*PL*
PM	*F*	***Projektmanagement***	*PM*	***Gestion de projet***	*PM*	***Gestione del progetto***	*PM*
PMD	*T*	***Polarisation Mode Dispersion***	*PMD*	***Polarisation Mode Dispersion***	*PMD*	***Polarisation Mode Dispersion***	*PMD*
PQM	*P*	***Projektbezogenes Qualitätsmanagement***	*PQM*	***Gestion de la qualité du projet***	*PQM*	***Gestione della qualità del progetto***	*PQM*
PROGEN	*P*	***Projektgenerierung***	*PROGEN*	Génération de projet	*GENPRO*	***Sviluppo del progetto***	*PROGEN*
PS	*P*	***Projektstudie***	*PS*	***Etude préliminaire***	*PS*	***Studio preliminare***	*PS*
PS	*O*	***Pannenstreifen***	*PS*	Bande d'arrêt d'urgence	*BAU*	Corsia di emergenza	*CE*
PV	*F*	***Projektverfasser***	*PV*	***Auteur du projet***	*PV*	***Progettista***	*PV*
PW	*T*	***Planungswert***	*PW*	Valeur de planification	*VP*	***Valore di pianificazione***	*PW*
RAA	*T*	Alkali-Aggregat-Reaktion	*AAR*	Réaction alcalis-granulats	*RAG*	***Reazione alcali-aggregati***	*RAA*
RAG	*T*	Alkali-Aggregat-Reaktion	*AAR*	***Réaction alcalis-granulats***	*RAG*	Reazione alcali-aggregati	*RAA*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
RBBS	*I*	***Räumliches Basisbezugssystem Nationalstrassen***	*RBBS*	Système de repérage spatial de base	*SRB*	***Sistema di riferimento di base territoriale***	*RBBS*
RDL	*A*	***Rechtsdienst Landerwerb***	*RDL*	***Service juridique et acquisition de terrain***	*RDL*	***Servizio giuridico e acquisti di terreno***	*RDL*
REA	*I*	Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister	*GWR*	Registre fédéral des bâtiments et des logements	*RegBL*	***Registro federale degli edifici e delle abitazioni***	*REA*
RegBL	*I*	Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister	*GWR*	***Registre fédéral des bâtiments et des logements***	*RegBL*	Registro federale degli edifici e delle abitazioni	*REA*
RFC	*G*	Unterschriften- und Kompetenzregelung	*UKR*	Réglementation des signatures et des compétences	*RSC*	***Regolamentazione del diritto di firma e della ripartizione delle competenze***	*RFC*
RIA	*P*	Umweltverträglichkeitsbericht	*UVB*	Rapport d'impact sur l'environnement	*RIE*	***Rapporto sull'impatto ambientale***	*RIA*
RIE	*P*	Umweltverträglichkeitsbericht	*UVB*	***Rapport d'impact sur l'environnement***	*RIE*	Rapporto sull'impatto ambientale	*RIA*
RiLi	*N*	**Richtlinie**	*RiLi*	***Directive***	*RiLi*	***Direttiva***	*RiLi*
RN	*T*	Nationalstrasse	*NS*	***Route nationale***	*RN*	Strada nazionale	*SN*
RPG	*G*	***Raumplanungsgesetz***	*RPG*	Loi fédérale sur l'aménagement du territoire	*LAT*	Legge sulla pianificazione del territorio	*LPT*
RPH		***Realisierungspflichtenheft***	*RPH*	Cahier des charges de la phase de réalisation	---	***Capitolato di realizzazione***	*RPH*
RPT	*G*	Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung	*NFA*	***Réforme de la péréquation financière et de la répartition des tâches***	*RPT*	Nuova impostazione delle perequazione finanziaria e dei compiti	*NPC*
RPV	*G*	***Raumplanungs-Verordnung***	*RPV*	Ordonnance sur l'aménagement du territoire	*OAT*	Ordinanza sulla pianificazione del territorio	*OPT*
RSC	*G*	Unterschriften- und Kompetenzregelung	*UKR*	***Réglementation des signatures et des compétences***	*RSC*	Regolamentazione del diritto di firma e della ripartizione delle competenze	*RFC*
SABA	*T*	***Strassenabwasserbehandlungsanlage***	*SABA*	Système d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée	*SETEC*	***Impianti di trattamento delle acque di reflue stradali***	*SABA*
SBB	*A*	***Schweizerische Bundesbahnen***	*SBB*	Chemins de fer fédéraux suisses	*CFF*	Ferrovie federali svizzere	*FFS*
SécOp	*T*	Operative Sicherheit	*OpSi*	***Sécurité opérationnelle***	*SécOp*	Sicurezza operativa	*OpSi*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
SER	*F*	Umweltbaubegleitung	*UBB*	***Suivi environnemental de la phase de réalisation***	*SER*	Accompagnamento ambientale durante i lavori di costruzione	*UBB*
SETEC	*T*	Strassenabwasserbehandlungsanlage	*SABA*	***Système d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée***	*SETEC*	Impianti di trattamento delle acque di reflue stradali	*SABA*
SEV	*V*	***Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV); heute: electrosuisse***	*SEV*	Association suisse des électriciens (aujourd'hui: electrosuisse)	*ASE*	Associazione Svizzera degli Elettrotecnici (oggi: electrosuisse)	*ASE*
SGA	*V*	***Schweizerische Gesellschaft für Akustik***	*SGA*	Société suisse d'Acoustique	*SSA*	Società Svizzera di Acustica	*SSA*
SGE	*T*	Übergeordnetes Leitsystem	*UeLS*	Système de gestion supérieur	*SGG*	***Sistema di gestione sovraordinato***	*SGE*
SGG	*T*	Übergeordnetes Leitsystem	*UeLS*	***Système de gestion supérieur***	*SGG*	Sistema di gestione sovraordinato	*SGE*
SGK	*V*	***Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz***	*SGK*	***Société Suisse de Protection contre la Corrosion***	*SGK*	***Società svizzera per la protezione contro la corrosione***	*SGK*
SIA	*V*	***Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein***	*SIA*	***Société suisse des ingénieurs et architectes***	*SIA*	***Società svizzera degli ingegneri e degli architetti***	*SIA*
SIG	*I*	Geoinformationssystem	*GIS*	***Système d'information géographique***	*SIG*	Sistema informativo territoriale	*GIS*
SISTO	*O*	***Sicherheitsstollen***	*SISTO*	***Galerie de sécurité***	*SISTO*	***Cunicolo di sicurezza***	*SISTO*
SIT	*I*	Geoinformationssystem	*GIS*	***Système d'information du territoire***	*SIT*	***Sistema informativo territoriale***	*SIT*
SLV	*G*	***Schall- und Laserverordnung***	*SLV*	Ordonnance son et laser	*OSLa*	Ordinanza sugli stimoli sonori e i raggi laser	*OSLa*
SMF	*T*	***Singlemodefaser***	*SMF*	***fibre monomode***	*SMF*	***Fibra monomodale***	*SMF*
SN	*N*	***Schweizer Norm***	*SN*	***Norme suisse***	*SN*	***Norma svizzera***	*SN*
SN	*O*	Nationalstrasse	*NS*	Route nationale	*RN*	***Strada nazionale***	*SN*
SN EN	*N*	***auf europäischer Ebene erarbeitete Norm, die in das Schweizer Normenwerk aufgenommen wurde***	*SN EN*	***Norme élaborée au niveau européen, qui a été intégrée dans la collection suisse de normes***	*SN EN*	***Norma elaborata a livello europeo, integrata nel catalogo svizzero delle norme***	*SN EN*

Abbr.	***Cat.***	**Tedesco**		**Francese**		**Italiano**	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
SN EN ISO	*N*	***auf Grundlage einer internationalen Norm übernommene europäische Norm, die ins Schweizer Normenwerk aufgenommen wurde***	*SN EN ISO*	***Norme européenne élaborée sur la base d'une norme internationale qui a été intégrée dans la collection suisse de normes***	*SN EN ISO*	***Norma europea elaborata sulla base di una norma internazionale, integrata nel catalogo svizzero delle norme***	*SN EN ISO*
SN ISO	*N*	***auf internationaler Ebene erarbeitete Norme, die ins Schweizer Normenwerk aufgenommen wurde***	*SN ISO*	***Norme élaborée au niveau international, qui a été intégrée dans la collection suisse de normes***	*SN ISO*	***Norma elaborata a livello internazionale, integrata nel catalogo svizzero delle norme***	*SN ISO*
SNV	*V*	***Schweizerische Normen-Vereinigung***	*SNV*	***Association Suisse de Normalisation***	*SNV*	***Associazione Svizzera di Normazione***	*SNV*
SoMa	*P*	***Sofortmassnahme***	*SoMa*	***Mesure d'urgence***	*SoMa*	***Misura urgenti***	*SoMa*
SRB	*I*	Räumliches Basisbezugssystem Nationalstrassen	*RBBS*	***Système de repérage spatial de base***	*SRB*	Sistema di riferimento di base territoriale	*RBBS*
SSA	*A*	Schweizerische Gesellschaft für Akustik	*SGA*	***Société suisse d'Acoustique***	*SSA*	***Società Svizzera di Acustica***	*SSA*
SSF	*T*	***Schallschutzfenster***	*SSF*	Fenêtres antibruit	*FAB*	Finestre fono isolanti	---
SSI	*A*	***Standards und Sicherheit der Infrastruktur***	*SSI*	***Standards et sécurité de l'infrastructure***	*SSI*	***Standard e sicurezza infrastrutture***	*SSI*
SSIGA	*V*	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs	*SVGW*	Société Suisse de l'industrie du Gaz et des Eaux	*SSIGE*	***Società Svizzera dell'industria del Gas e delle Acque***	*SSIGA*
SSIGE	*V*	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs	*SVGW*	***Société Suisse de l'industrie du Gaz et des Eaux***	*SSIGE*	Società Svizzera dell'industria del Gas e delle Acque	*SSIGA*
SSV	*G*	***Signalisationsverordnung***	*SSV*	Ordonnance sur la signalisation routière	*OSR*	Ordinanza sulla segnaletica stradale	*OSStr*
StFV	*G*	***Störfallverordnung***	*StFV*	Ordonnance sur les accidents majeurs	*OPAM*	Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti	*OPIR*
SVG	*G*	***Strassenverkehrsgesetz***	*SVG*	Loi fédérale sur la circulation routière	*LCR*	Legge federale sulla circolazione stradale	*LCStr*
SVGW	*V*	***Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs***	*SVGW*	Société Suisse de l'industrie du Gaz et des Eaux	*SSIGE*	Società Svizzera dell'industria del Gas e delle Acque	*SSIGA*
T/G	*N*	***Tunnel und Geotechnik***	*T/G*	***Tunnels/Géotechnique***	*T/G*	***Gallerie e geotecnica***	*T/G*
T/U	*N*	***Trassee und Umwelt***	*T/U*	***Tracé/Environnement***	*T/U*	***Tracciato e ambiente***	*T/U*
TBM	*T*	***Tunnelbohrmaschine***	*TBM*	***Tunnelier***	*TBM*	***Fresa meccanica***	*TBM*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	Abk.	Sens	abr.	Significato	abbr.
TDB	*T*	***Ton-Dichtungsbahnen***	*TDB*	***Lé d'étanchéité à base d'argile***	*TDB*	***Membrane impermeabilizzanti bentoniche***	*TDB*
TFM	*T*	Durchschnittlicher Werktagsverkehr	*DWV*	Trafic journalier moyen des jours ouvrables	*TJMO*	***Traffico feriale medio***	*TFM*
TGM	*T*	Durchschnittlicher täglicher Verkehr	*DTV*	Trafic journalier moyen	*TJM*	***Traffico giornaliero medio***	*TGM*
TJM	*T*	Durchschnittlicher täglicher Verkehr	*DTV*	***Trafic journalier moyen***	*TJM*	Traffico giornaliero medio	*TGM*
TJMO	*T*	Durchschnittlicher Werktagsverkehr	*DWV*	***Trafic journalier moyen des jours ouvrables***	*TJMO*	Traffico feriale medio	*TFM*
TMB	*N*	***Technisches Merkblatt***	*TMB*	***Fiche technique***	*TMB*	***Scheda tecnica***	*TMB*
TVA	*G*	Mehrwertsteuer	*MWST*	***Taxe sur la valeur ajoutée***	*TVA*	Imposta sul valore aggiunto	*IVA*
TVM	*T*	***Tunnelvortriebsmaschine***	*TVM*	Tunnelier	---	Fresa meccanica	*TBM*
ÜB	*P*	***Überprüfungsbericht***	*ÜB*	***Rapport de vérification***	*ÜB*	***Rapporto di verifica***	*ÜB*
UBB	*F*	***Umweltbaubegleitung***	*UBB*	Suivi environnemental de la phase de réalisation	*SER*	Accompagnamento ambientale durante i lavori di costruzione	*UBB*
UFAM	*A*	Bundesamt für Umwelt	*BAFU*	Office fédéral de l'environnement	*OFEV*	***Ufficio federale dell'ambiente***	*UFAM*
UFT	*A*	Bundesamt für Verkehr	*BAV*	Office fédéral des transports	*OFT*	***Ufficio federale dei trasporti***	*UFT*
UH-Peri	*P*	***Unterhaltsperimeter***	*UH-Peri*	***Périmètre d'entretien***	*UH-Peri*	***Perimetro di manutenzione***	*UH-Peri*
UKR	*P*	***Unterschriften- und Kompetenzregelung***	*UKR*	Réglementation des signatures et des compétences	*RSC*	Regolamentazione del diritto di firma e della ripartizione delle competenze	*RFC*
ÜLS / UeLS	*T*	***Übergeordnetes Leitsystem***	*UeLS*	Système de gestion supérieur	*SGG*	Sistema di gestione sovraordinato	*SGE*
ÜMa / UeMa	*P*	***Überbrückungsmassnahme***	*ÜMa / UeMa*	***Mesures temporaires / mesures transitoires***	*ÜMa / UeMa*	***Misura transitoria***	*ÜMa / UeMa*
UPlaNS	*P*	***Unterhaltsplanung Nationalstrassen***	*UPlaNS*	***Planification de l'entretien des routes nationales***	*UPlaNS*	***Pianificazione della conservazione delle strade nazionale***	*UPlaNS*
UPS	*T*	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	*USV*	Alimentation électrique sans coupure	*ASC*	***Gruppo statico di continuità***	*UPS*
USG	*G*	***Umweltschutzgesetz***	*USG*	Loi fédérale sur la protection de l'environnement	*LPE*	Legge sulla protezione dell'ambiente	*LPAmb*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
UST	*A*	Bundesamt für Statistik	*BFS*	Office fédéral de la statistique	*OFS*	***Ufficio federale di statistica***	*UST*
USTRA	*A*	Bundesamt für Strassen	*ASTRA*	Office fédéral des routes	*OFROU*	***Ufficio federale delle strade***	*USTRA*
USV	*T*	***Unterbrechungsfreie Stromversorgung***	*USV*	Alimentation électrique sans coupure	*ASC*	Gruppo statico di continuità	*UPS*
UT	*F*	Gebietseinheit	*GE*	***Unité territoriale***	*UT*	***Unità territoriale***	*UT*
UVB	*P*	***Umweltverträglichkeitsbericht***	*UVB*	Rapport d'impact sur l'environnement	*RIE*	Rapporto sull'impatto ambientale	*RIA*
UVEK	*A*	***Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation***	*UVEK*	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication	*DETEC*	Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni	*DATEC*
UVP	*P*	***Umweltverträglichkeitsprüfung***	*UVP*	Etude d'impact sur l'environnement	*EIE*	Esame dell'impatto sull'ambiente	*EIA*
UVPV	*G*	***Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung***	*UVPV*	Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement	*OEIE*	Ordinanza concernente l'esame dell'impatto sull'ambiente	*OEIA*
VA	*T*	Alarmwert	*AW*	***Valeur d'alarme***	*VA*	***Valore d'allarme***	*VA*
VBA / VBS	*T*	***Verkehrsbeeinflussungsanlage***	*VBA*	Installation d'influence sur le trafic	*VBS*	Impianto di gestione del traffico	*VBA*
VBBo	*G*	***Verordnung über Belastungen des Bodens***	*VBBo*	Ordonnance sur les atteintes portées aux sols	*OSol*	Ordinanza contro il deterioramento del suolo	*Osuolo*
VEMV	*G*	***Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit***	*VEMV*	Ordonnance sur la compatibilité électromagnétique	*OCEM*	Ordinanza sulla compatibilità elettromagnetica	*OCEM*
VIS	*O*	***Verkehrsinformationssystem***	*VIS*	***Système d'information routière***	*VIS*	***Sistema d'informazione sul traffico***	*VIS*
VKF	*V*	***Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen***	*VKF*	Association des établissements cantonaux d'assurance incendie	*AEAI*	Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio	*AICAA*
VLE	*T*	Belastungsgrenzwert	*BGW*	***Valeur limite d'exposition au bruit***	*VLE*	***Valore limite d'esposizione al rumore***	*VLE*
VLI	*T*	Immissionsgrenzwert	*IGW*	***Valeur limite d'immission***	*VLI*	***Valore limite di immissione***	*VLI*
VME	*T*	***Ventilator-Motor-Einheit***	*VME*	Unité ventilateur et moteur	---	Unità ventilatore e motore	---
VMZ-CH	*A*	***Verkehrsmanagementzentrale Schweiz***	*VMZ-CH*	***Centrale nationale suisse de gestion du trafic***	*VMZ-CH*	***Centrale nazionale di gestione del traffico***	*VMZ-CH*

Abbr.	Cat.	Tedesco		Francese		Italiano	
		Bedeutung	*Abk.*	**Sens**	*abr.*	**Significato**	*abbr.*
VoMa	*P*	***Vorgezogene Massnahme***	*VoMa*	***Mesures anticipées***	*VoMa*	***Misura anticipata***	*VoMa*
VP	*T*	Planungswert	*PW*	***Valeur de planification***	*VP*	Valore di pianificazione	*PW*
VSA	*V*	***Verband schweizerischer Abwasserfachleute***	*VSA*	***Association suisse des professionnels de la protection des eaux***	*VSA*	***Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque***	*VSA*
VSS	*V*	***Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute***	*VSS*	***Association suisse des professionnels de la route et des transports***	*VSS*	***Associazione svizzera dei professionisti della strade e dei trasporti***	*VSS*
WaG	*G*	***Waldgesetz***	*WaG*	Loi fédérale sur les forêts	*LFo*	Legge federale sulle foreste	*LFo*
WaV	*G*	***Waldverordnung***	*WaV*	Ordonnance sur les forêts	*OFo*	Ordinanza sulle foreste	*OFo*
WBV	*G*	***Wasserbauverordnung***	*WBV*	Ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau	*OACE*	Ordinanza sulle sistemazione dei corsi d'acqua	*OSCA*
WDB	*T*	***Wasserdichte Betonkonstruktion***	*WDB*	Construction en béton étanche	*WDB*	Costruzioni in calcestruzzo impermeabili	*WDB*
WELK	*O*	***Werkleitungskanal***	*WELK*	Galerie technique	*GAT*	***Canale tecnico***	*WELK*
ZE	*T*	***Zustandserfassung***	*ZE*	***Relevé d'état***	*ZE*	***Rilevamento dello stato***	*ZE*
ZEL	*T*	***Zustandserfassung Lärm***	*ZEL*	***Relevé d'état bruit***	*ZEL*	***Rilevamento dello stato di inquinamento acustico***	*ZEL*
ZMB	*P*	***Zweckmässigkeitsbeurteilung***	*ZMB*	Évaluation d'opportunité		Valutazione di opportunità	

1 Obiettivo e scopo

I manuali tecnici del settore Sostegno tecnico costituiscono, insieme a istruzioni, direttive e norme, le basi tecniche fondamentali per i progetti relativi alle strade nazionali. Variazioni nel contesto o eventuali lacune presenti nei manuali possono rendere questi testi rapidamente obsoleti. Di conseguenza, per far sì che le strade nazionali soddisfino le esigenze superiori della tecnica della circolazione e, in particolare, consentano un andamento sicuro ed economico del traffico, come si legge nell'articolo 5 della legge federale sulle strade nazionali, i manuali devono essere sempre aggiornati, ovvero adeguati allo stato attuale della tecnica mediante revisioni regolari. Il piano di revisione è esposto di seguito.

2 Principi

Le revisioni dei manuali tecnici devono:

- poter essere richieste da tutti i soggetti esterni e interni coinvolti, in modo da incentivare decisamente la partecipazione al perfezionamento dei manuali
- essere effettuate nelle tre lingue nazionali, come i manuali stessi
- essere debitamente documentate
- svolgersi seguendo una procedura uniforme per tutti e quattro i manuali
- essere effettuate per ciascun manuale individualmente
- rispettare le priorità
- essere pubblicate entro il 31 luglio compreso nelle versioni aggiornate al 1° luglio compreso, qualora si siano rese necessarie modifiche
- essere comunicate semestralmente tramite newsletter
- svolgersi secondo una procedura in cui compiti, competenze e responsabilità sono chiaramente ripartiti.

3 Aspetti formali

- Il frontespizio del manuale tecnico non riporta più il numero di versione. L'edizione viene definita dall'anno di pubblicazione (es. 2015). Vi sono al massimo due edizioni all'anno: gennaio e luglio. Qualora il manuale tecnico resti invariato, il frontespizio non viene modificato. In tal caso la "Edizione 2015, gennaio" resta il manuale tecnico vigente fino alla successiva revisione.
- Per le nuove schede la numerazione delle versioni inizia da 1.00.
- Quando una scheda subisce modifiche sostanziali cambia la numerazione della versione: es. V1.00 => V2.00 (es. nuove basi, innovazioni tecniche, nuove definizioni, rielaborazione completa della scheda).
- Se vengono apportate solo modifiche formali o di minore entità, non viene creata una nuova versione: es. V1.00 => V1.01 (es. ortografia, rimandi ecc.). La denominazione 2.01 indica la prima piccola rielaborazione della versione 2 della scheda tecnica.
- Le schede tecniche devono riportare in tutte le lingue la stessa data di pubblicazione (es. 01.01.2015) e lo stesso numero di versione (es. 2.01**)**. – Se una scheda tecnica (es. in francese) viene anche solo leggermente modificata in una lingua, le altre due copie della scheda (in questo caso in tedesco e italiano) devono essere sottoposte a una breve verifica con relativa modifica della data di pubblicazione e del numero di versione.

- Le necessarie revisioni si svolgono in linea generale ogni sei mesi.
- Le indicazioni riguardanti le schede revisionate figurano esclusivamente nei protocolli di revisione e nella newsletter del manuale tecnico; nelle schede stesse non viene fatto riferimento alle modifiche apportate.
- In casi urgenti, su iniziativa del Sostegno tecnico ovvero del responsabile del settore specialistico, le novità tecniche possono confluire nei progetti in corso anche prima della pubblicazione della relativa scheda.

4 Competenze

FHB T/U 21	FHB K 22	FHB BSA 23	FHB T/G 24
Modulo INTRODUZIONE	Modulo INTRODUZIONE	Modulo INTRODUZIONE	Modulo INTRODUZIONE
Indice	Indice	Indice	Indice
Introduzione	Introduzione	Introduzione	Introduzione
Elenco delle abbreviazioni	Elenco delle abbreviazioni	Elenco delle abbreviazioni	Elenco delle abbreviazioni
Progetto Revisione	Progetto Revisione	Progetto Revisione	Progetto Revisione
Verbale di revisione	Verbale di revisione	Verbale di revisione	Verbale di revisione
Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI	Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI	Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI	Modulo ELEMENTI COSTRUTTIVI
Schede tecniche	Schede tecniche	Schede tecniche	Schede tecniche
Modulo PROGETTAZIONE	Modulo PROGETTAZIONE	Modulo PROGETTAZIONE	Modulo PROGETTAZIONE
Parte generale	Parte generale	Parte generale	Parte generale
Prestazioni generali	Prestazioni generali	Prestazioni generali	Prestazioni generali
Synthesedossier	Synthesedossier	Synthesedossier	Synthesedossier
Elenco di basi specifiche di progetto	Elenco di basi specifiche di progetto	Elenco di basi specifiche di progetto	Elenco di basi specifiche di progetto
Basi generali	Basi generali	Basi generali	Basi generali
Modelli di documenti T/U	Modelli di documenti K	Modelli di documenti BSA	Modelli di documenti T/G
Basi T/U	Basi K	Basi BSA	Basi T/G
Contenuti dei dossier	Contenuti dei dossier	Contenuti dei dossier	Contenuti dei dossier
Schede tecniche	Schede tecniche	Schede tecniche	Schede tecniche
Modulo DOCUMENTAZIONE	Modulo DOCUMENTAZIONE	Modulo DOCUMENTAZIONE	Modulo DOCUMENTAZIONE
Intestazione	Intestazione	Intestazione	Intestazione
Parte T/U	Parte K	Parte BSA	Parte T/G

= Responsabile del settore Sostegno tecnico

= Responsabile del manuale tecnico del gruppo specializzato Tracciato e ambiente (T/U)

= Responsabile del manuale tecnico del gruppo specializzato Manufatti (K)

= Responsabile del manuale tecnico del gruppo specializzato Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

= Responsabile del manuale tecnico del gruppo specializzato Gallerie e geotecnica (T/G)

= BL Sostegno tecnico/ BL Esercizio/ EP filiali

5 Procedura di revisione dei manuali tecnici

La procedura di revisione dei manuali tecnici è descritta nel sistema di gestione dell'USTRA.

6 Comunicazione innovazioni

Le innovazioni ovvero le revisioni dei manuali tecnici vengono comunicate attivamente da FU tramite una newsletter, inviata agli abbonati quando vengono pubblicate le revisioni dei singoli manuali tecnici.

7 Feedback

Per consentire una comunicazione tempestiva ed efficace si raccomanda di utilizzare i seguenti indirizzi di posta elettronica:

fachunterstuetzung@astra.admin.ch

soutien_technique@astra.admin.ch

sostegno_tecnico@astra.admin.ch

Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch / Manuel technique / Manuale tecnico T/G (Tunnel/Geotechnik / Tunnel/Géotechnique / Gallerie/Geotecnica)	**24 001-00001**
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK **Bundesamt für Strassen ASTRA** Abteilung Strasseninfrastruktur I	**Revisionsprotokoll / Procès-verbal de révision / Protocollo di revisione**	V2.16 01.01.2026

No. Dokument Document	Revision Révision	Version Version	Datum Date
20 001-00002 Projektierung Kopfteil	Anpassungen	3.02	01.01.26
20 001-20004 Zustandserfassung Lärm (ZEL)	Aktualisierung	2.04	01.07.25
20 001-20006 Digitale Dossiergestaltung	Anpassungen	1.03	01.01.26
20 001-50002 Abzugebende Dokumente DAW - Modul Dokumentation	Anpassungen	1.02	01.01.26
24 001-00000 Inhaltsverzeichnis	Aktualisierung	5.25	01.01.26
24 001-00001 Revisionsprotokoll	Aktualisierung	2.16	01.01.26
24 001-10011 Nutzungsdauern	Neues Merkblatt	1.00	01.01.25
24 001-10205 Hindernisfreie Gestaltung von Tunneln	Neues Merkblatt	1.00	01.01.25
24 001-10401 Belag im Tunnel	Redaktionelle Anpassungen	3.04	01.01.25
24 001-10404 Werkleitungskanal	Anpassung in Kap. Dimensionen	2.09	01.01.26
24 001-10405 Kabelrohrblöcke und Kabelzugschächte	Ergänzung des Kabelrohrblocks in bestehende Tunnel mit engen Platzverhältnissen	2.25	01.01.26
24 001-10603 Siphonschacht	Neue Materialanforderungen für Syphonschat und Abdeckungen	2.25	01.01.26
24 001-10703 SOS-Nischen	Neue Abbildungen	2.07	01.01.25
24 001-10802 SOS-Alarmkasten (Portalbereich)	Präzisierung Anforderungen	2.07	01.01.25
24 001-10805 Tunnelportalgestaltung	Neues Merkblatt (komplett überarbeitet)	3.00	01.01.25
24 001-15101 Stützbauwerke, Allgemeines	Materialien: Betons der Sorte G-ND	3.02	01.01.25
24 001-20401 Inhalt Dossier MP	Verlinkung zu FHB-K für Projektierungsleistungen ergänzt	1.23	01.01.25
24 001-20501 Inhalt Dossier GP	Verlinkung zu FHB-K für Projektierungsleistungen ergänzt	1.21	01.01.25
24 001-20601 Inhalt Dossier AP	Verlinkung zu FHB-K für Projektierungsleistungen ergänzt	1.22	01.01.25
24 001-20701 Inhalt Dossier DP	Verlinkung zu FHB-K für Projektierungsleistungen ergänzt	1.22	01.01.25

1. Riferimenti

SIA 197/2 Projektierung Tunnel, Strassentunnel (2004) – *abrogata*

SIA 269 Basi per la conservazione delle strutture portanti

Direttiva USTRA 16310 Esercizio SN – Condizioni retributive

Scheda tecnica 22 001-20111 e 22 001-20112 Convenzione d'Utilizzazione (CdU)

Scheda tecnica 22 001-20121 e 22 001-20122 Base di Progetto (BdP)

2. Aspetti generali

Nell'allegato alla norma SIA 197/2 del 2004 erano indicate le durate d'uso per diversi elementi di un tunnel stradale. Nella versione aggiornata della norma del 2023, le durate d'uso non sono più incluse.
Considerata l'importanza della durabilità, questa scheda tecnica è stata redatta come documento di riferimento per la progettazione e la manutenzione dei tunnel delle strade nazionali. I valori si basano sulle informazioni originariamente contenute nella SIA 197/2 del 2004 e sono stati integrati in base alle esigenze e alle conoscenze attuali.
Le durate d'uso sono considerate come valori di riferimento per le nuove costruzioni, a condizione che venga garantita una manutenzione strutturale adeguata.

3. Durate d'utilizzazione

La Tabella 1 mostra le durate d'uso tipiche degli elementi di costruzione per progetti di nuove costruzioni.

	Durata [Anni]			
Elemento di costruzione	**25**	**50**	**75**	**100**
Rivestimento				X
Impermeabilizzazione				X
Drenaggio della volta				X
Canale tecnico in riempimento				X
Blocchi portacavi posati nel calcestruzzo				X
Soletta intermedia			X	
Caditoia a fessura, Bordura			X	
Condotte di drenaggio, Pozzetti			X	
Approvvigionamento idrico antincendio		X		
Blocchi portacavi posati in riempimento		X		
Canale di ventilazione in calcestruzzo armato				X
Canale di ventilazione in metallo		X		
Struttura portante in metallo	X			
Elementi fonoassorbenti	X			
Pavimentazione della carreggiata	X			

Protezione della superficie (Pareti gallerie)	X			

Tabella 1: Durata d'utilizzazione degli elementi costruttivi per le nuove gallerie

Nei progetti di manutenzione, nella Convenzione d'Utilizzazione deve essere indicata la durata residua dell'elemento. Il raggiungimento della durata d'utilizzazione non implica che un elemento debba essere automaticamente sostituito.

Per un ciclo UPlaNS nei tunnel delle strade nazionali, si presuppone una durata residua di almeno 25 anni.

Le durate d'utilizzazione degli impianti di esercizio e sicurezza (BSA) non fanno parte della presente scheda tecnica.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

VSS 40 090b *Projektierung, Grundlagen, Sichtweiten* (Progettazione, principi di base, visibilità)

VSS 40 100a *Linienführung – Elemente der horizontalen Linienführung* (Tracciato – Elementi dell'andamento planimetrico del tracciato)

Scheda 24 001-10103 Pendenza trasversale

Scheda 24 001-10201 Spazio utile per il traffico

Scheda 24 001-10204 Sezione tipo

Scheda 24 001-10602 Caditoia a fessura

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La scelta del tracciato si basa su numerosi fattori, quali la topografia, le caratteristiche di urbanizzazione, gli aspetti ambientali, la geologia, l'idrologia, ecc. Il peso attribuito a ciascun fattore, inoltre, può variare da una regione all'altra. Infine, anche gli aspetti finanziari rivestono un ruolo determinante di eguale rilevanza.

La scelta dell'andamento planimetrico del tracciato influisce sulla pendenza trasversale, mentre eventuali variazioni di quest'ultima in galleria si ripercuotono a loro volta sulla sezione tipo. Vedere al riguardo anche la scheda 24 001-10105 Sezione tipo.

3. Requisiti

- Selezionare l'andamento planimetrico del tracciato in modo da evitare o ridurre al minimo la variazione della pendenza trasversale in galleria.
- I raggi di curvatura dovranno assicurare una pendenza trasversale risultante non superiore al 5%. Quanto sopra si applica in particolare anche per curve esterne alle gallerie, poste in prossimità dei portali, qualora la pendenza trasversale si estenda fino all'interno della galleria. Si dovrà evitare la continuazione di pendenze trasversali superiori al 5% all'interno delle gallerie.
- I raggi di curvatura dovranno essere tali da non pregiudicare l'eventuale utilizzo di una fresa meccanica (Tunnel Boring Machine, in acronimo TBM), in considerazione delle specifiche limitazioni tecniche all'impiego di una TBM in caso di curve. La possibilità di avvalersi di una TBM dipende principalmente dalla lunghezza della galleria, stabilita quando si seleziona il tracciato, normalmente nella fase del progetto generale (GP). Al riguardo occorre inoltre considerare che qualora il progetto preveda diverse gallerie in successione, è comunque possibile utilizzare la TBM anche per gallerie più brevi.

- Nella determinazione dell'andamento planimetrico del tracciato di una galleria si dovrà prestare particolare attenzione alle condizioni geologiche e idrologiche al contorno.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

VSS 40 110 *Elemente der vertikalen Linienführung* (Elementi dell'andamento altimetrico del tracciato)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Scheda 24 001-10101 Andamento planimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione

Scheda 24 001-10604 Condotta di drenaggio stradale

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La pendenza longitudinale influenza considerevolmente il sistema di drenaggio e ventilazione.

3. Requisiti

- Ove possibile, la pendenza longitudinale deve essere tale da consentire all'acqua di drenaggio di defluire verso i portali in condotte a pelo libero (a gravità).
- Nella determinazione della pendenza longitudinale vanno considerate le condizioni di deflusso per il drenaggio stradale (caditoia a fessura, sifone, condotta longitudinale). Le pendenze longitudinali minime e massime sono stabilite nella norma SIA 197/2.
- Nel caso di gallerie a doppia fornice, le canne (in mezzeria della carreggiata) devono essere realizzate allo stesso livello. Nel caso di gallerie a cielo aperto, le canne devono essere progettate in modo che il bordo sinistro delle rispettive carreggiate si trovi allo stesso livello. Nelle gallerie in sotterraneo, i collegamenti trasversali possono avere una pendenza longitudinale massima del 15%.
- I raccordi verticali convessi (dossi) e concavi (sacche) dovranno essere tali da non pregiudicare l'eventuale utilizzo di una fresa meccanica (Tunnel Boring Machine, in acronimo TBM).

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

VSS 40 120 *Linienführung – Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefällsänderung* (Tracciato – Pendenza trasversale in rettilinei e curve, variazione della pendenza trasversale)

Scheda 24 001-10101 Andamento planimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10102 Andamento altimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10602 Caditoia a fessura

Scheda 24 001-10604 Condotta di drenaggio stradale

Scheda 24 001-10704 Piazzole di emergenza

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La pendenza trasversale ha il duplice scopo di favorire il drenaggio della carreggiata e migliorare il comfort di guida. Nelle gallerie è essenziale che eventuali liquidi fuoriusciti in caso di avaria possano defluire quanto più rapidamente possibile. Per questo motivo anche i tratti rettilinei presentano una pendenza trasversale minima.

3. Requisiti

- In linea di principio, la pendenza trasversale all'interno di gallerie deve essere rivolta verso il lato interno della curva.
- In caso di pendenza trasversale superiore al 5% in una curva nel tratto a cielo aperto in prossimità della galleria, la pendenza trasversale dovrà essere ridotta a massimo il 5% a partire dal portale. Tale decrescimento va realizzato, se possibile, nelle aree del portale a cielo aperto in modo da conseguire una pendenza trasversale non superiore al 5% nel successivo tratto in sotterraneo della galleria. In linea di principio, già nella fase di determinazione del tracciato, si dovranno prevedere raggi di curvatura ampi che permettano di avere una pendenza trasversale non superiore al 5% nel tratto antistante il portale di una galleria.
- Qualora non sia possibile evitare variazioni della pendenza trasversale nella galleria in sotterraneo, l'asse di rotazione deve essere situato nella mezzeria della galleria al livello superiore della pavimentazione. Tale raccomandazione vale sia per gallerie a una canna, sia per gallerie a più canne.
- Nel caso di gallerie a cielo aperto a doppia canna contigue, l'asse di rotazione deve essere situato sul rispettivo bordo sinistro della carreggiata. In tal modo è possibile realizzare eventuali collegamenti trasversali allo stesso livello.

- Nella progettazione di variazioni della pendenza trasversale vanno prese in considerazione anche le condizioni di drenaggio superficiale in senso longitudinale.

1. Riferimenti

Direttiva USTRA 11001 Sezioni tipo - Strade nazionali di prima e seconda classe

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

VSS 40 120 *VSS 40 120 Linienführung – Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefällsänderung* (Tracciato stradale – pendenza trasversale in rettilinei e curve, variazioni della pendenza trasversale)

VSS 40 261 *Kreuzungsfreie Knoten* (Nodi privi di incrocio)

VSS 40 561 *Passive Sicherheit im Strassenraum – Fahrzeug-Rückhaltesysteme* (Sicurezza passiva nello spazio stradale – Sistemi di ritenuta stradale)

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le diramazioni sotterranee possono rappresentare punti critici per quanto concerne la sicurezza stradale. Sono inoltre necessarie geometrie di scavo complesse e ampie luci, con conseguenti rischi costruttivi e difficoltà tecniche associate. La loro realizzazione è spesso onerosa e richiede tempi lunghi di completamento.

Le diramazioni presentano problematiche complesse anche dal punto di vista della ventilazione. Da un lato, infatti, l'ampliamento delle sezioni determina una riduzione della velocità dell'aria, mentre dall'altro eventuali diramazioni a livelli sfalsati (ad es. galleria con salto di montone) provocano un mescolamento dei flussi d'aria provenienti da diverse sezioni di galleria, con reciproche ripercussioni negative.

3. Requisiti

- L'area tra la punta dello spartitraffico geometrico e lo spartitraffico fisico di una diramazione deve essere contrassegnata come superficie vietata al traffico. In quest'area non possono essere previste isole.
- Lo spartitraffico fisico è rappresentato dalla separazione fisica in due canne: la galleria vera e propria e la galleria di accesso o uscita.
- Le gallerie di accesso e uscita devono essere configurate come gallerie a una corsia di marcia con corsia d'emergenza che si estende per l'intera lunghezza della diramazione.
- Gli ingressi devono essere realizzai con corsie supplementari. La riduzione di corsie in galleria è consentita soltanto in alcune condizioni specifiche:
  - In gallerie a senso unico di circolazione
  - Traffico giornaliero medio (TGM) basso
  - Nel caso in cui i le tratte di accelerazione e d'ingresso vengano allungati di conseguenza

  - Nel caso in cui le aree di sicurezza vietate al traffico corrispondano alle lunghezze necessarie per frenata

- La banchina larga 1 metro viene condotta da una canna all'altra attorno allo spartitraffico fisico.
- In caso di diramazioni di uscita, lo spartitraffico fisico deve essere dotato di protezioni antiurto. La banchina deve essere mantenuta libera.
- Nei pressi dell'area interdetta al traffico non devono essere previste caditoie a fessura. Sarà infatti sufficiente disporre tali caditoie alla base dei piedritti, sul lato della pendenza.
- Nell'area della diramazione, l'anello interno va realizzato in calcestruzzo gettato in opera.
- La direzione della pendenza trasversale deve essere univoca in ciascuna sezione, pur essendo consentite variazioni lungo l'estensione del tratto in sotterraneo. In alternativa, se è richiesto un cambio di pendenza trasversale, il punto di transizione deve trovarsi in corrispondenza del centro della superficie vietata al traffico, mentre non potrà mai essere presente su corsie di decelerazione o accelerazione.

Schema

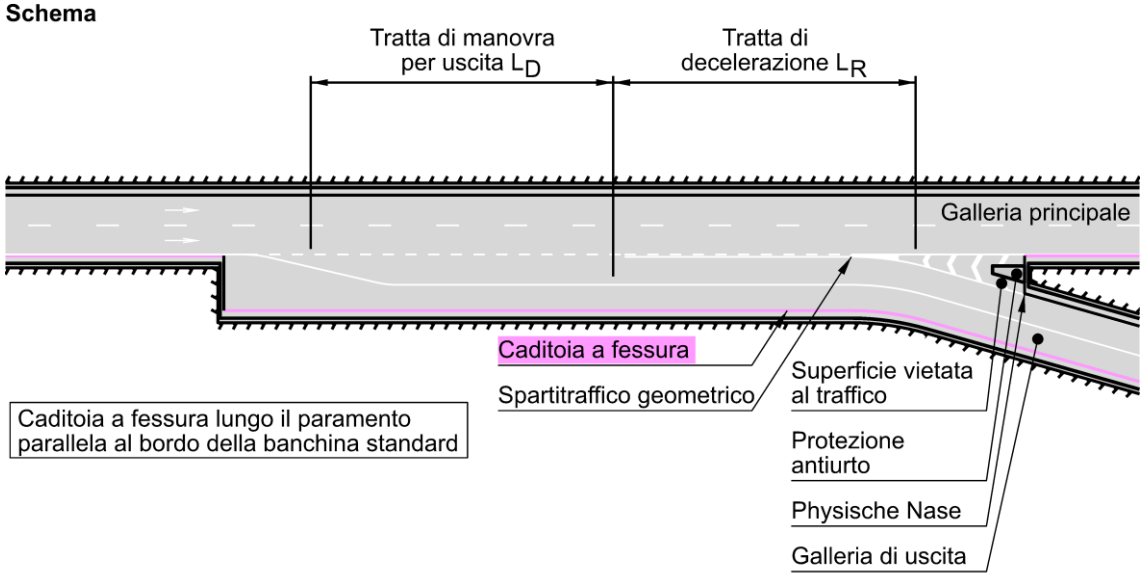


Figura 1: Diramazione di uscita con corsie di decelerazione (rappresentazione esagerata)

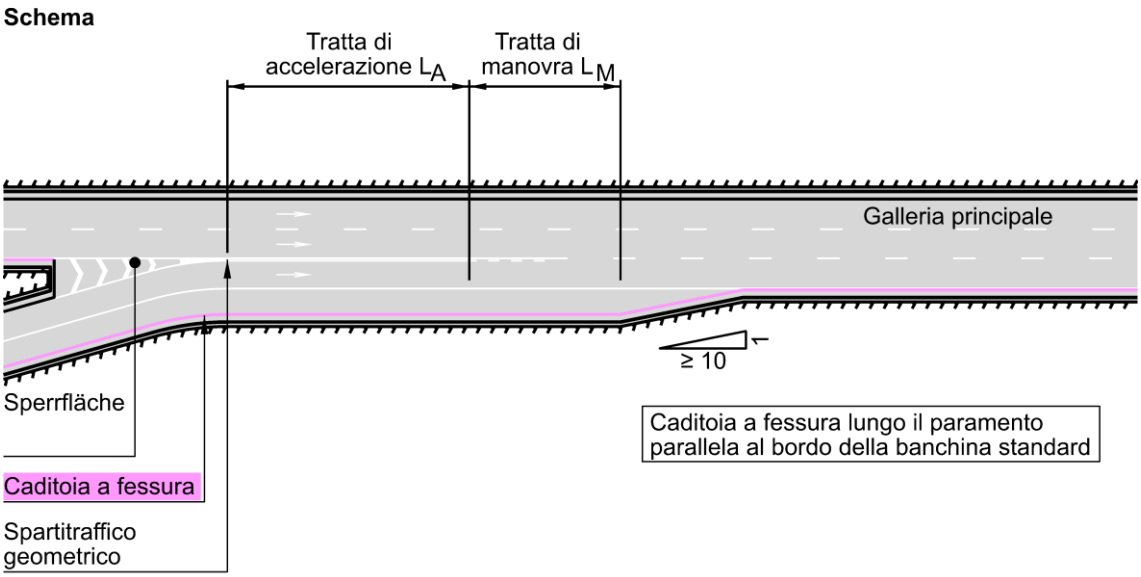


Figura 2: Diramazione d'ingresso con corsia supplementare (rappresentazione esagerata)

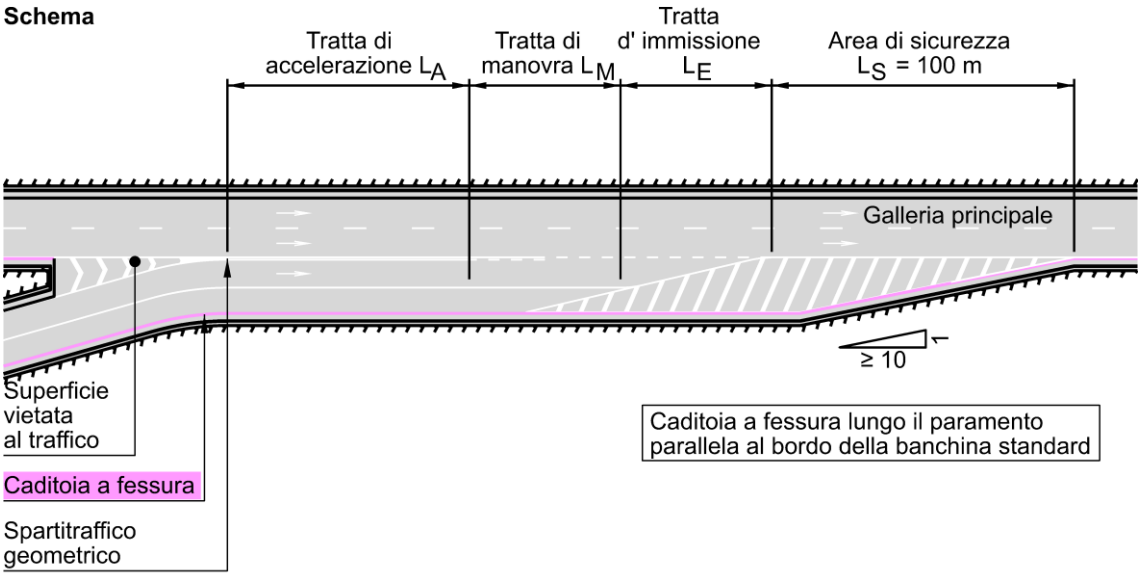


Figura 3: Diramazione d'ingresso con corsia di accelerazione (rappresentazione esagerata)

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

VSS 40 200a *Geometrisches Normalprofil – Allgemeine Grundsätze, Begriffe und Elemente* (Sezione tipo geometrica – Principi generali, termini ed elementi)

VSS 40 201 *Geometrisches Normalprofil – Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer* (Sezione tipo geometrica – Dimensioni di base e sagoma limite degli utenti della strada)

VSS 40 202 *Geometrisches Normalprofil – Erarbeitung* (Sezione tipo geometrica – Elaborazione)

Direttiva ASTRA 11001 *Normalprofile – Nationalstrassen 1. und 2. Klasse mit Richtungstrennung* (Sezioni tipo - Strade nazionali di prima e seconda classe a carreggiate separate)

Manuale tecnico Tracciato e ambiente

Scheda 24 001-10103 Pendenza trasversale

Scheda 24 001-10204 Sezione tipo

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Lo spazio utile per il traffico è l'elemento centrale di una galleria stradale e comprende lo spazio complessivamente disponibile per la circolazione dei veicoli (sagoma limite per gli utenti della strada, incluse le fasce supplementari di sicurezza), nonché lo spazio per gli equipaggiamenti.

3. Requisiti

Lo spazio utile per il traffico è illustrato nella norma SIA 197/2.

Gallerie delle strade nazionali di prima e di seconda classe

- Per la larghezza della corsia di marcia valgono le prescrizioni della direttiva ASTRA 11001.
- Nel caso di una galleria della strada nazionale di prima e di seconda classe a doppia corsia, indipendentemente che venga utilizzata per la circolazione a senso unico o a doppio senso di marcia, la larghezza standard della carreggiata tra le cordonature è pari a 8.00 m (vedi Figura 1).

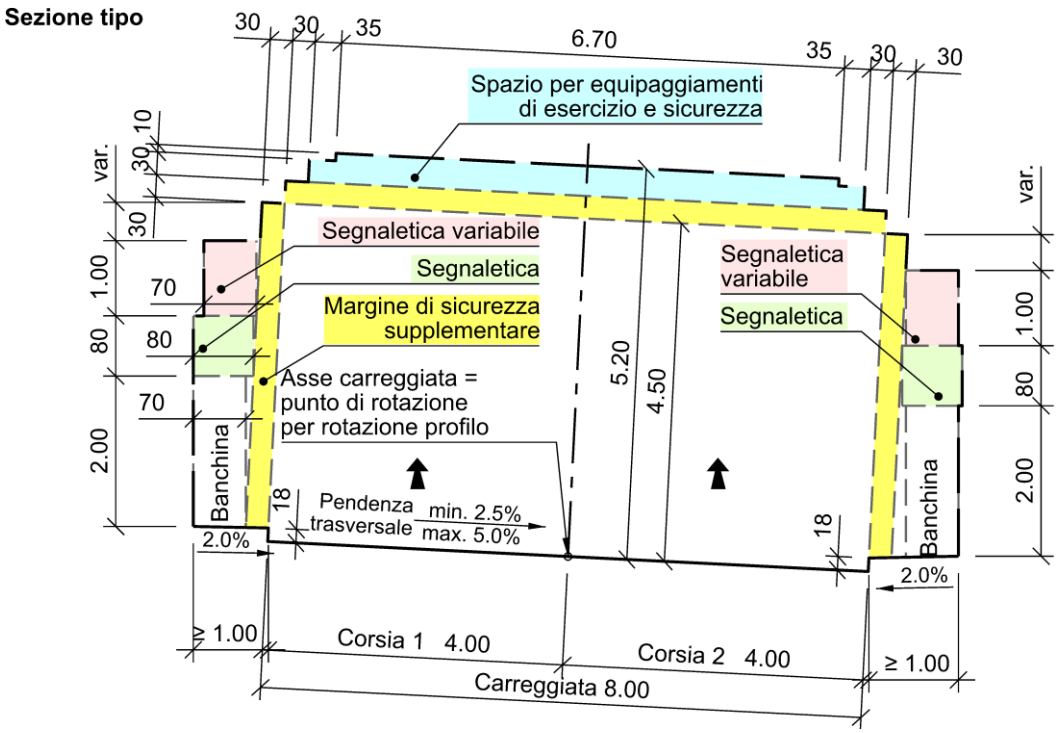


Figura 1: Larghezza standard della carreggiata in una galleria a due corsie (strade nazionali di prima e di seconda classe)

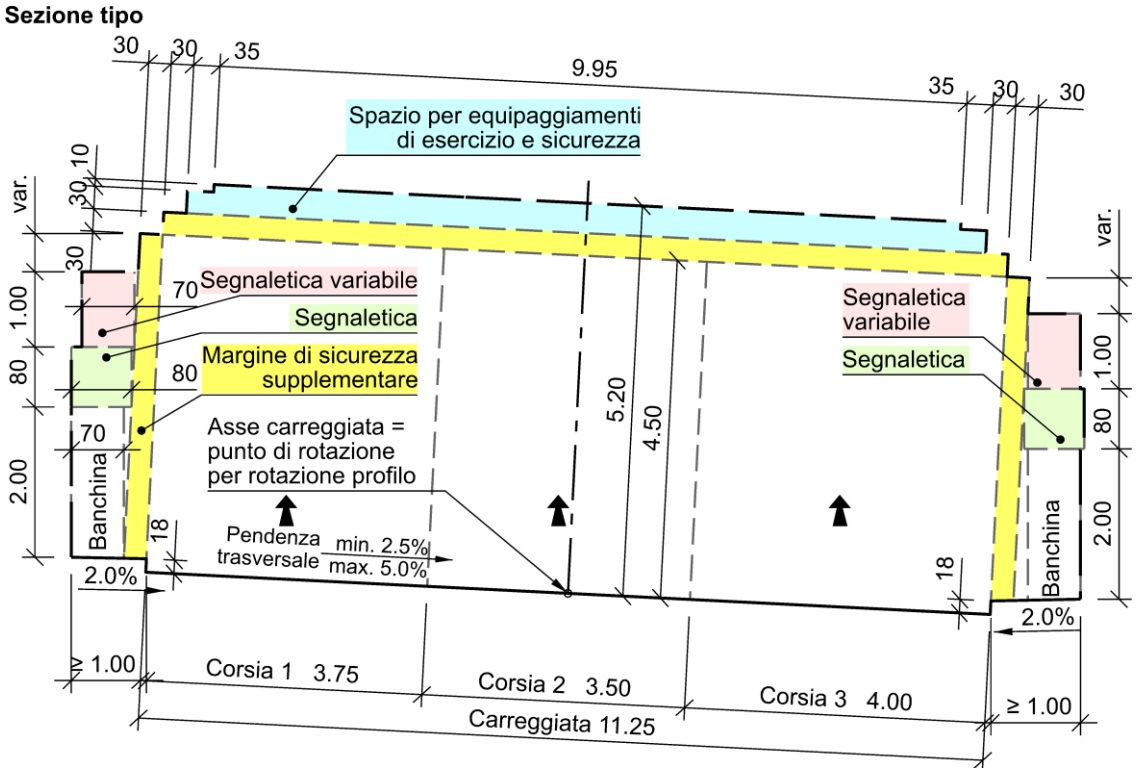


Figura 2: Larghezza della carreggiata in una galleria a tre corsie

- In una galleria con tre corsie di marcia, la larghezza standard della carreggiata tra le cordonature è pari a 11.25 m (vedi Figura 2).
- La larghezza della carreggiata può essere ridotta nei progetti di manutenzione nel rispetto delle prescrizioni della direttiva ASTRA 11001, capitolo 5.1.3.
- In caso di corsia di emergenza, questa dovrà essere larga 3.20 m. Per motivi di ordine superiore, la corsia di emergenza può anche avere una larghezza maggiore (ad es. disposizione del progetto esecutivo AP, esigenze di manutenzione, gestione del traffico). Tali maggiori ampiezze dovranno essere motivate.

Gallerie delle strade nazionali di terza classe

- Per le gallerie delle strade nazionali di terza classe si applicano le norme VSS 40 200a, VSS 40 201 e VSS 40 202.

  Esempio standard: galleria con traffico a doppio senso di marcia, due corsie, v = 80 km/h, camion/camion, tratto rettilineo (senza incremento del raggio di curvatura). Larghezza minima della carreggiata B_{min} = 0.30 + 2.50 + 0.30 + 0.30 + 0.30 + 0.50 (supplemento per traffico a doppio senso di marcia) + 0.30 + 0.30 + 2.50 + 0.30 = 7.30 m (vedi Figura 3).
- Nelle gallerie, il margine di sicurezza supplementare laterale di 30 cm secondo la norma VSS 40 201 può giacere sulla banchina.

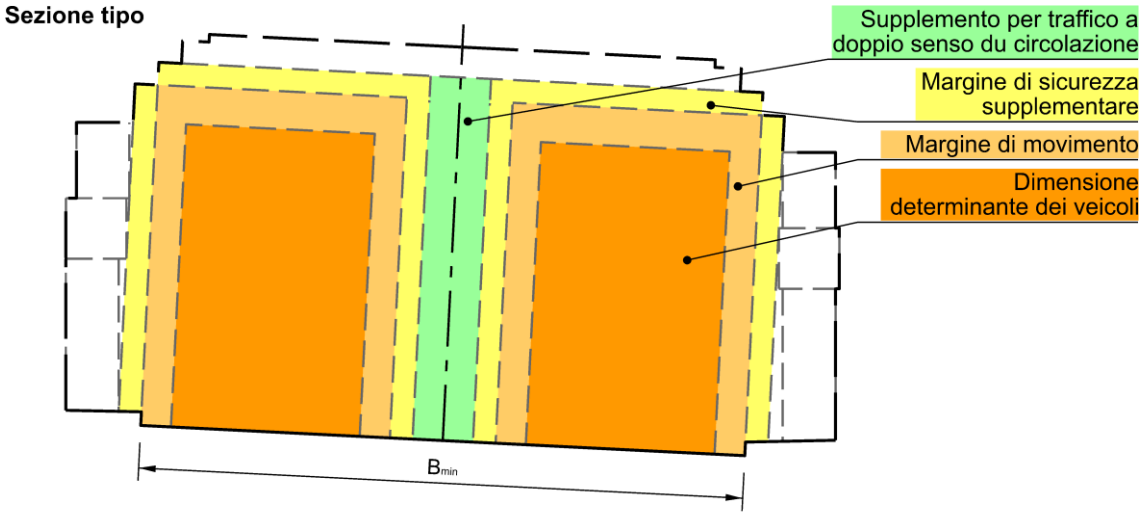


Figura 3: Larghezza della carreggiata in una galleria a due corsie (strade nazionali di terza classe)

1. Riferimenti

SIA 179 *Befestigungen in Beton und Mauerwerk* (Elementi di fissaggio in calcestruzzo e muratura)

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Condizioni generali per le costruzioni di calcestruzzo

SIA 262.005 *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton – Teil 4-1: Allgemeines* (CEN/TS 1992-4-1:2009) (Dimensionamento degli ancoraggi di elementi di fissaggio in calcestruzzo - Parte 4-1: Principi generali)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)* (Reazione alcali-aggregato)

Scheda 24 001-10201 Spazio utile per il traffico

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 24 001-10704 Piazzole di emergenza

Scheda 24 001-10705 Collegamenti trasversali carrabili

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 22 001-14210 Acciaio d'armatura – Indicazioni costruttive e armatura minima

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La soletta intermedia separa il canale di ventilazione dal sottostante spazio di transito.

In caso d'incendio, il fumo e altri gas tossici ad alta temperatura sono aspirati dallo spazio di transito ed evacuati in condotte separate.

Nella fase critica di un evento la soletta intermedia può essere esposta a sollecitazioni termiche estreme. Per questo motivo, occorre prestare particolare attenzione al corretto dimensionamento della soletta intermedia così come ai dettagli esecutivi.

3. Requisiti

Requisiti generali

- La soletta intermedia deve essere realizzata in calcestruzzo armato, con una vita utile attesa (durata d'utilizzazione) di 60-80 anni da stabilirsi nella convezione di utilizzazione.
- Si deve poter accedere alla soletta intermedia dalle piazzole d'emergenza o dai collegamenti trasversali carrabili (v. scheda 24 001-10704 "Piazzole di emergenza" e scheda 24 001-10705 "Collegamenti trasversali carrabili").
- Se la soletta intermedia presenta giunti trasversali e ove questo sia necessario per ragioni tecniche di ventilazione, occorre impermeabilizzare i giunti rispetto al canale di ventilazione tramite applicazione di lamiere di copertura in acciaio inossidabile. Queste devono

essere fissate con viti per resistere all'effetto di risucchio all'interno del canale di ventilazione. Prima di posare le lamiere occorre colmare i giunti con materiale sigillante. Non sono idonei i sistemi di sigillatura a incollaggio.

Requisiti della soletta intermedia

- La posizione della soletta intermedia è determinata in funzione dello spazio utile per il traffico e della sezione del canale di ventilazione richiesta.
- La sezione del canale di ventilazione richiesta va stabilita secondo la direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali). In questo modo si ottiene l'altezza libera del canale di ventilazione. La norma SIA 197/2 stabilisce l'altezza libera minima richiesta.

Materiali

- Per eventuali sospensioni necessarie della soletta intermedia, osservare i requisiti della scheda 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".

Costruzione e dimensionamento

Soletta intermedia

- La soletta intermedia deve essere progettata come trave semplicemente appoggiata e non deve essere realizzata come volta o guscio a membrana.
- Le deformazioni elastiche e a lungo termine nonché le tolleranze costruttive devono essere compensate. Inoltre, è necessario prevedere una ulteriore sopraelevazione di almeno b/200 per l'effetto estetico visivo (b = larghezza della soletta intermedia). Il raggio di curvatura deve essere inferiore a dieci volte la larghezza della soletta (10 b).
- Longitudinalmente la soletta intermedia non deve presentare di regola giunti trasversali, ma un'armatura longitudinale passante.
- Progettare la soletta intermedia e le mensole d'appoggio in modo che possano tollerare le deformazioni dell'ammasso roccioso o dell'anello interno della calotta senza subire danni.
- Eseguire il dimensionamento della soletta intermedia e delle mensole d'appoggio secondo le norme SIA da 260 a 262. Riguardo al comportamento fessurativo della soletta, devono essere rispettati come minimo i requisiti più stringenti secondo la norma SIA 262.
- Si dovranno prendere in considerazione i valori di sovrapressione e depressione del sistema di ventilazione, sulla base dei dati forniti nel progetto per la ventilazione.
- Ai fini della certificazione sismica è richiesta almeno la classe d'opera II.
- La soletta intermedia deve essere dimensionata per un carico d'incendio di 120 minuti, conformemente alla curva d'incendio ISO. In caso d'incendio, un eventuale collasso locale della soletta intermedia non deve provocare un effetto domino.
- Per eventuali interventi di riparazione deve essere considerato un carico utile sulla soletta intermedia di 2 kN/m^2 nella posizione più sfavorevole (senza tenere conto della differenza di pressione di ventilazione massima).
- Qualora non sia possibile realizzare il montaggio visibile dei cavi a parete, è consentita in via eccezionale l'installazione di **tubi portacavo** con diametro esterno fino a 40 mm, con necessità di una stretta collaborazione tra i progettisti del genio civile e degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA). I tubi vuoti all'interfaccia tra mensola di appoggio e

soletta intermedia devono essere posati in modo che possano resistere a eventuali spostamenti dell'appoggio scorrevole, senza danni e senza deformazioni inammissibili.

Mensole di appoggio

- Realizzare gli appoggi della soletta intermedia in forma di mensole armate sporgenti dall'anello interno.
- L'appoggio deve essere scorrevole, con materiale di separazione idoneo. Occorre assicurare che le forze trasmesse dalla soletta intermedia sulla mensola di appoggio non possano portare a sollecitazioni eccessive o a distacchi nella striscia marginale dell'appoggio.
- I giunti longitudinali della soletta intermedia nella zona di appoggio devono essere resi stagni mediante nastri adesivi impermeabilizzanti. Tali nastri vanno applicati sulla faccia inferiore della soletta intermedia in modo da trovarsi sul lato sottoposto a pressione e poter essere facilmente controllati dallo spazio di transito.
- Di norma, le mensole di appoggio vanno costruite secondo le indicazioni seguenti:
  - all'altezza della soletta intermedia è ragionevole attendersi una deformazione dell'anello interno verso l'interno di almeno 10 mm, che deve essere compensata da una **zona di assorbimento** con lastre compatte di lana minerale (~100 kg/m^3) di almeno 25 mm di spessore
  - l'**appoggio scorrevole** deve resistere a spostamenti di almeno 10 mm in direzione trasversale e longitudinale
  - evitare che possano formarsi pressioni non ammissibili sugli spigoli a causa della **rotazione dell'appoggio** della soletta intermedia; pertanto si raccomanda di scegliere un appoggio scorrevole con un nucleo rigido
  - la mensola di appoggio deve essere progettata in modo che la componente di trazione delle forze d'appoggio possa essere interamente sostenuta dall'armatura nel calcestruzzo; la resistenza alla trazione del calcestruzzo non può essere presa in considerazione.
  - L'appoggio scorrevole con nucleo, inclinazione 0° < μ < 30°
  - Zona deformabile con pannello isolante in lana di roccia resistente ad alte temperature

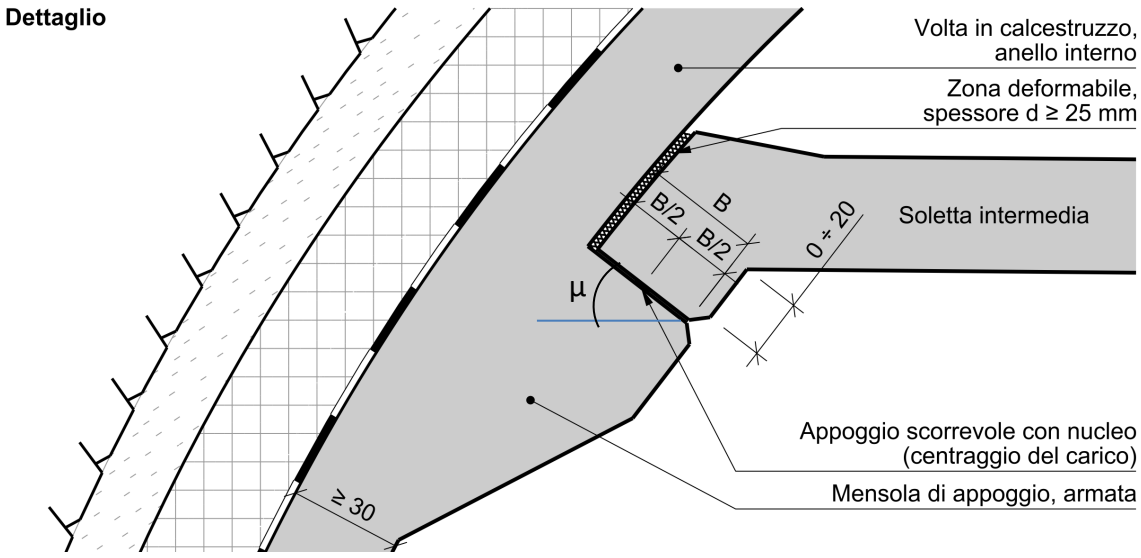


Figura 1: Mensola d'appoggio per la soletta intermedia

Sospensione della soletta intermedia

- Ad eccezione delle aree che presentano una luce maggiore (in corrispondenza di piazzole d'emergenza, diramazioni, ecc.), non sono consentite sospensioni della soletta intermedia, ad esclusione di sospensioni provvisorie per la messa in sicurezza di costruzioni esistenti, strutture di appoggio insufficienti (provvedimenti urgenti, provvedimenti transitori, ecc.)
- Eventuali sospensioni necessarie devono essere realizzate in acciaio INOX EN 1.4529. Per l'ancoraggio nell'anello interno si è dimostrato efficace il cosiddetto sistema «Schweizer Riegel».
- Le barre di sospensione devono essere liberamente accessibili per consentirne l'ispezione in qualsiasi momento, pertanto non possono essere murate.
- Le barre di sospensione possono essere provviste di un'adeguata protezione contro il calore, che dovrà comunque essere facilmente asportabile.
- Non è consentito l'uso di ancoraggi incollati per le sospensioni, a causa della bassa resistenza al calore.

Requisiti per le pareti divisorie

- L'erezione di pareti divisorie è consentita solo in via eccezionale, quando è tecnicamente necessario separare tra loro diversi canali ai fini della ventilazione (ad es. nei pressi di centrali di ventilazione o di collegamenti trasversali, in gallerie lunghe con flussi di aria fresca in entrata e aria viziata in uscita).
- Le pareti divisorie devono resistere alle forze orizzontali dovute alle pressioni differenziali ed essere dimensionate secondo la direttiva ASTRA 13001 *"Lüftung der Strassentunnel"* (Ventilazione delle gallerie stradali).
- Per il collegamento delle pareti divisorie all'anello interno deve essere utilizzato un giunto di dilatazione a tenuta stagna, applicando i nastri impermeabilizzanti su entrambi i lati delle pareti divisorie.

Cappe d'aspirazione

- Le cappe d'aspirazione vanno posizionate ad una distanza di 100 m l'una dall'altra lungo l'asse longitudinale della galleria. Le cavità per l'alloggiamento delle cappe nella soletta misurano di norma 2.50 × 2.60 m. Le dimensioni delle cavità vanno comunque stabilite in funzione del prodotto e del dimensionamento della ventilazione.
- Il produttore dovrà fornire i dati relativi al peso e alle forze d'appoggio delle cappe d'aspirazione (compreso il motore di azionamento).
- L'elemento di appoggio per le cappe d'aspirazione deve essere piano e a tenuta stagna, ma garantire al contempo un assemblaggio semplice e/o un montaggio rapido. Ad esempio, è possibile utilizzare a tal fine un telaio in acciaio direttamente annegato nel calcestruzzo della soletta in fase di getto oppure ancorato mediante tasselli direttamente alla soletta intermedia. In caso di solette intermedie leggermente curve si raccomanda di creare nella zona d'appoggio del telaio di acciaio un bordo rialzato piano attorno alla cavità.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 179 *Befestigungen in Beton und Mauerwerk* (Elementi di fissaggio in calcestruzzo e muratura)

SIA 262.005 *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton – Teil 4-1: Allgemeines* (CEN/TS 1992-4-1:2009) (Dimensionamento degli ancoraggi di elementi di fissaggio in calcestruzzo – Parte 4-1: Principi generali)

Scheda 21 001-11351 *Lärmschutz - Tunnelportal, Prinzipskizze* (manuale tecnico T/U)

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Nelle aree del portale il rumore provocato dal traffico in ingresso e in uscita può arrecare disturbo e superare le soglie ammissibili. Per questo motivo può essere necessario rivestire la galleria con elementi fonoassorbenti per un certo tratto a partire dal portale.

3. Requisiti

- La disposizione degli elementi fonoassorbenti è descritta nella scheda 21 001-11351 "*Lärmschutz - Tunnelportal, Prinzipskizze*" (Rivestimento fonoassorbente – portale della galleria, schemi di principio) del manuale tecnico Tracciato e ambiente. Le pareti e il tetto della galleria potranno essere rivestiti con elementi fonoassorbenti per un tratto di min. 30 m fino a max. 50 m a partire dal portale, qualora ciò sia richiesto ai fini della fonoassorbenza. Il rivestimento fonoassorbente, incluso il relativo fissaggio, deve soddisfare i seguenti requisiti tecnici antincendio, ai sensi dell'art. 7.4.1.3 della norma SIA 197/2:
    - reazione al fuoco del materiale da costruzione RF1 ai sensi della direttiva antincendio, equivalente alla classificazione A1 o A2-s1-d0 secondo la norma EN 13501-1; classificazione alternativa secondo AICAA: indice antincendio 6.3 o 6q.3
    - elemento fonoassorbente come elemento non portante della costruzione secondo EN 13501-2: classe di resistenza al fuoco E30
- Per motivi di sicurezza, non è consentito installare elementi fonoassorbenti in calcestruzzo poroso, le cosiddette lastre nervate in calcestruzzo (Lavabeton), nella parte sopra testa della galleria. Lo spazio per le lastre nervate in calcestruzzo applicate alle pareti della galleria è di 30 cm. Se si decide di impiegare cassette in lamiera di alluminio, tale spazio potrà essere adattato di conseguenza.

- Per il rivestimento esterno delle pareti delle gallerie è consentito esclusivamente l'uso di elementi fonoassorbenti in calcestruzzo poroso, quali lastre nervate in calcestruzzo (Lavabeton). Per motivi di protezione antincendio non è ammesso l'impiego di elementi in fibre artificiali o in metallo. La geometria di montaggio delle lastre nervate in calcestruzzo è descritta nella scheda 21 001-11352 "*Lärmschutz – Tunnelportal, Prinzipskizze*" del manuale tecnico Tracciato e ambiente.
- Per il fissaggio degli elementi fonoassorbenti, procedere come illustrato nella scheda 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

VSS 40 090a *Projektierung, Grundlagen, Sichtweiten* (Progettazione, principi di base, visibilità)

VSS 40 120 *VSS 40 120 Linienführung – Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefällsänderung* (Tracciato stradale – pendenza trasversale in rettilinei e curve, variazioni della pendenza trasversale)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Scheda 21 001-11351 *Lärmschutz Tunnelportal, Prinzipskizze* (manuale tecnico T/U)

Scheda 21 001-11352 *Lärmschutz Tunnelportal, Betonrippenplatte* (manuale tecnico T/U)

Scheda 24 001-10103 Pendenza trasversale

Scheda 24 001-10201 Spazio utile per il traffico

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10203 Rivestimento fonoassorbente

Scheda 24 001-10301 Rivestimento in conci prefabbricati

Scheda 24 001-10302 Rivestimento definitivo

Scheda 24 001-10303 Sistemi di rivestimento superficiale e tinteggiatura delle gallerie

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 24 001-10401 Pavimentazione

Scheda 24 001-10402 Banchine

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10405 Blocchi portacavi e pozzetti di tiro

Scheda 24 001-10406 Condotte circolari nella calotta

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione ad ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione completa

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 24 001-10601 Condotte di drenaggio e raccolta dell'acqua di infiltrazione

Scheda 24 001-10602 Caditoia a fessura

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 24 001-10604 Condotta di drenaggio stradale

Scheda 24 001-10701 Approvvigionamento idrico antincendio

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La sezione tipo di una galleria può essere considerata, in un certo senso, come la sintesi di numerose condizioni al contorno e prescrizioni intercorrelate. Rappresenta il piano di base che funge da riferimento per diversi ulteriori piani ad esso soggiacenti. Un'errata

progettazione della sezione tipo può quindi avere conseguenze di vasta portata sulle attività di pianificazione e concezione strutturale se gli errori vengono rilevati e corretti troppo tardi.

Nella progettazione della sezione tipo è pertanto obbligatorio e imprescindibile applicare rigorosamente le prescrizioni delle norme e direttive in materia e rispettare i requisiti fissati nelle presenti schede tecniche.

3. Requisiti

In aggiunta alle norme, direttive e schede tecniche elencate alla sezione 1. Documenti di riferimento, vanno osservati anche i punti sotto delineati.

- Scegliere la sezione tipo in modo che comprenda l'inviluppo di tutti i punti dello spazio utile per il traffico.

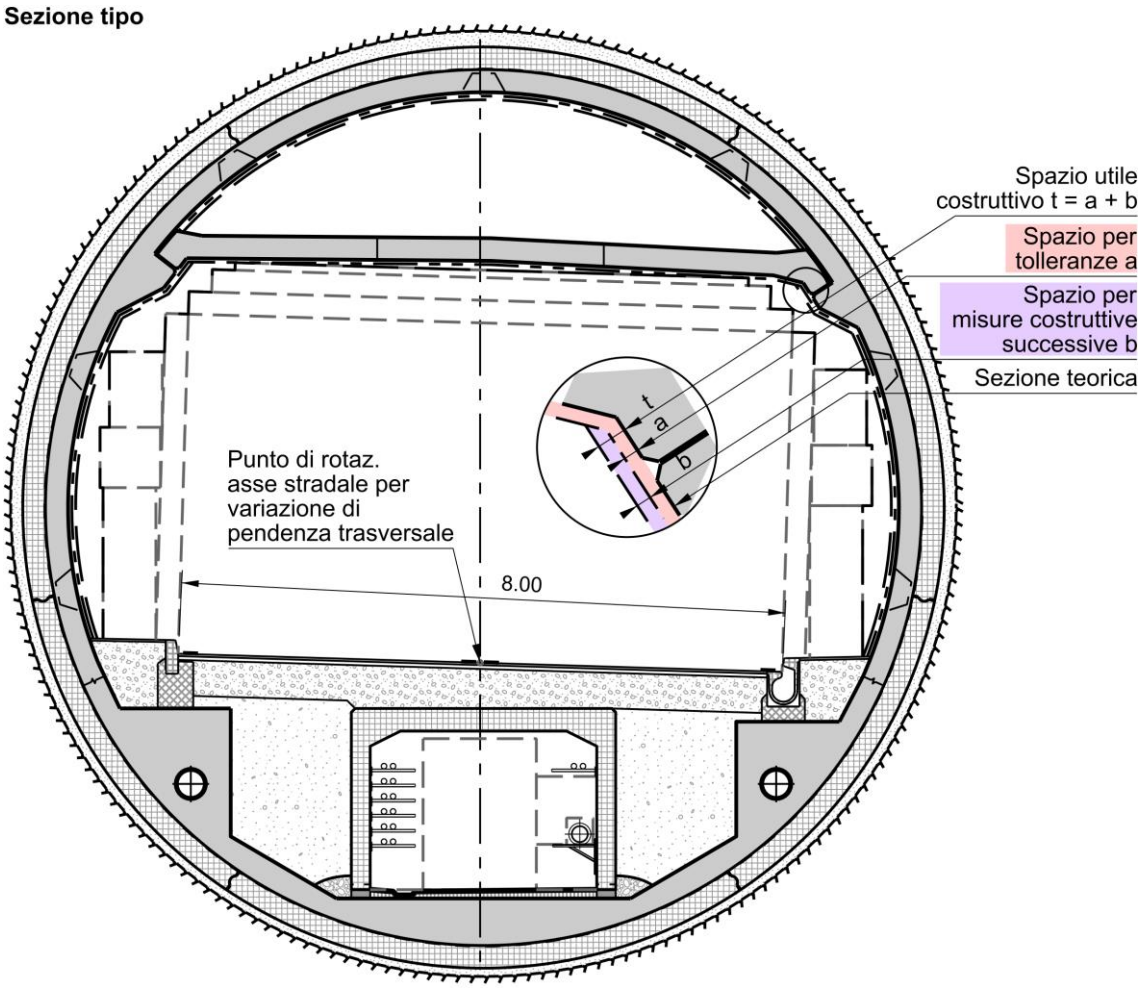


Figura 1: Sezione tipo

- Nella sezione tipo deve essere indicata la direzione di marcia delle corsie.
- Sia per lo spazio di transito, sia per il canale di ventilazione, riportare i valori relativi alle aree libere (A_{canale} e $A_{galleria}$) e ai rispettivi perimetri (U_{canale} e $U_{galleria}$) con precisione a una cifra decimale. Nella determinazione di questi valori, fondamentali per il dimensionamento della ventilazione, non deve essere inclusa la sezione trasversale libera delle caditoie a fessura.
- Nella sezione tipo devono essere riportati con lo spazio utile costruttivo t (= a + b) gli scostamenti dalla quota nominale (tolleranze d'esecuzione), determinati secondo la norma SIA 197, sez. 8.3.3.
- Nella zona dei portali di gallerie a cielo aperto, sulle pareti lo spazio a disposizione per le misure strutturali antirumore è pari a 30 cm (b = 30 cm). In tal modo si consente l'utilizzo di sistemi diversi. Se si decide di impiegare cassette in lamiera di alluminio, tale spazio potrà essere adattato di conseguenza.
- Nella parte sopra testa della galleria non è consentito installare lastre nervate in calcestruzzo.
- Nelle gallerie in sotterraneo non viene di regola previsto alcuno spazio per interventi strutturali (b = 0). Eventuali valori diversi devono essere motivati.
- La larghezza della banchina è generalmente variabile. Per ogni banchina devono essere indicate le larghezze minima e massima.

1. Riferimenti

SIA 197 Projektierung Tunnel, Grundlagen (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 Projektierung Tunnel, Strassentunnel (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 500 costruzioni senza ostacoli

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Direttiva ASTRA 13011 Türen und Tore in Strassentunneln (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali)

Scheda 24 001-10204 Sezione Tipo

Scheda 24 001-10401 Pavimentazione in galleria

Scheda 24 001-10402 Banchine

Scheda 24 001-10706 Collegamenti trasversali pedonali

Scheda 24 001-10805 Progettazione dei portali

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

L'auto-salvataggio è di fondamentale importanza nei tunnel stradali, in particolare in caso di emergenza, come ad esempio durante un incendio con fumo denso. Un rapido accesso alle uscite di emergenza è essenziale per la sicurezza degli utenti del tunnel, soprattutto in presenza di visibilità limitata e di una fornitura insufficiente di aria respirabile. Questo è ancora più importante per le persone con mobilità ridotta, sia a causa dell'età che di problemi motori.

La norma SIA 197/2 prescrive che il bordo della banchina (cordolo, caditoia a fessura) nell'area delle uscite di emergenza sia abbassato fino al livello della carreggiata, per facilitare il passaggio delle persone con limitazioni motorie.

Questa scheda fornisce linee guida e raccomandazioni progettuali per l'implementazione e l'adattamento di questi elementi nei tunnel, distinguendo tra tunnel nuovi e esistenti. Include anche raccomandazioni specifiche per le aree vicino alle uscite di emergenza, ai portali e alle nicchie SOS.

3. Requisiti per i tunnel nuovi

- Le rampe tra la carreggiata e la porta di fuga devono essere progettate con una pendenza più bassa possibile, preferibilmente del 2%. Le pendenze devono essere progettate in modo che nessun liquido dalla carreggiata possa fluire verso la porta di fuga.
- Le rampe tra la carreggiata e la porta di fuga con pendenza maggiore fino al massimo del 6% richiedono una piattaforma priva di pendenza per l'uso della porta. La dimensione minima della piattaforma deve essere di almeno 1.40 x 1.40 m.
- Le barriere architettoniche lungo il percorso di fuga (tra la carreggiata e la rampa o alla porta di fuga) devono essere evitate. Sono ammessi dislivelli di al massimo 30 mm.

- Dopo la porta di fuga deve essere prevista una sala d'attesa priva di pendenza, con una superficie minima di 8 m², nel caso in cui il percorso di fuga successivo debba essere realizzato con una scala o una rampa con pendenza longitudinale superiore al 12%.
- Nell'area delle uscite di emergenza, la banchina deve essere abbassata in direzione del traffico tramite rampe con una pendenza del 6% fino al livello della carreggiata. Questo facilita l'accesso all'uscita di emergenza in condizioni di visibilità ridotta ed evita un impatto frontale contro la banchina con comportamento del veicolo incontrollabile.
- Nelle zone dei portali, la banchina deve essere preferibilmente abbassata tramite rampe con una pendenza massima del 6% fino al livello della carreggiata. Le varianti alternative di progettazione sono contenute nella scheda 24 001-10805 "Progettazione dei portali".
- Nell'area delle nicchie SOS non è previsto l'abbassamento della banchina.

4. Requisiti per i tunnel esistenti

- La proporzionalità degli adattamenti nei tunnel esistenti deve essere valutata caso per caso tramite un'analisi costi-benefici. Ad esempio, l'abbassamento retroattivo della banchina nell'area delle uscite di emergenza, a causa delle condizioni geometriche, potrebbe portare solo a miglioramenti marginali nella progettazione senza barriere, oppure potrebbe richiedere interventi costruttivi significativi.
- Tuttavia, se sono già previsti interventi di manutenzione nella zona della banchina, è indispensabile considerare l'adattamento delle vie di fuga esistenti per garantire un accesso senza barriere architettoniche alle vie di fuga, sia nell'area del portale che in quella delle uscite di emergenza.
- Le rampe tra la carreggiata e la porta di fuga devono essere progettate con una pendenza più bassa possibile, al massimo del 6%. Se possibile, deve essere prevista una piattaforma priva di pendenza con dimensioni minime di 1.40 x 1.40 m per l'uso della porta.
- È necessario esaminare caso per caso se nelle zone delle uscite di emergenza e dei portali la banchina debba essere abbassata longitudinalmente con una pendenza del 6%.
- Altre varianti progettuali per le aree del portale sono contenute nella scheda 24 001 – 10805 "Progettazione del portale del tunnel".
- Nell'area delle nicchie SOS non è previsto l'abbassamento della banchina.

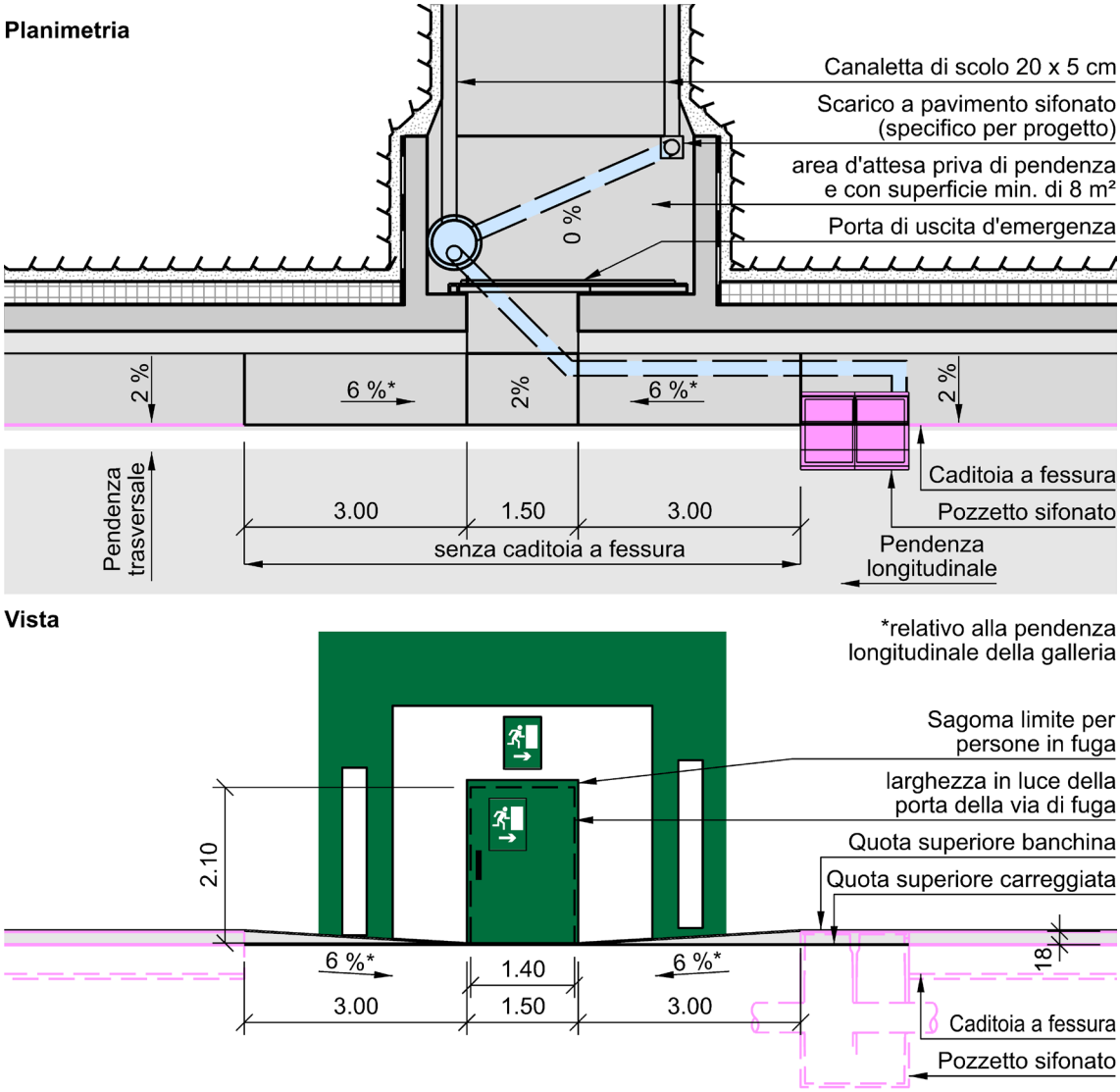


Figura 1: Uscita d'emergenza in Planimetria e in Vista – Caso ideale

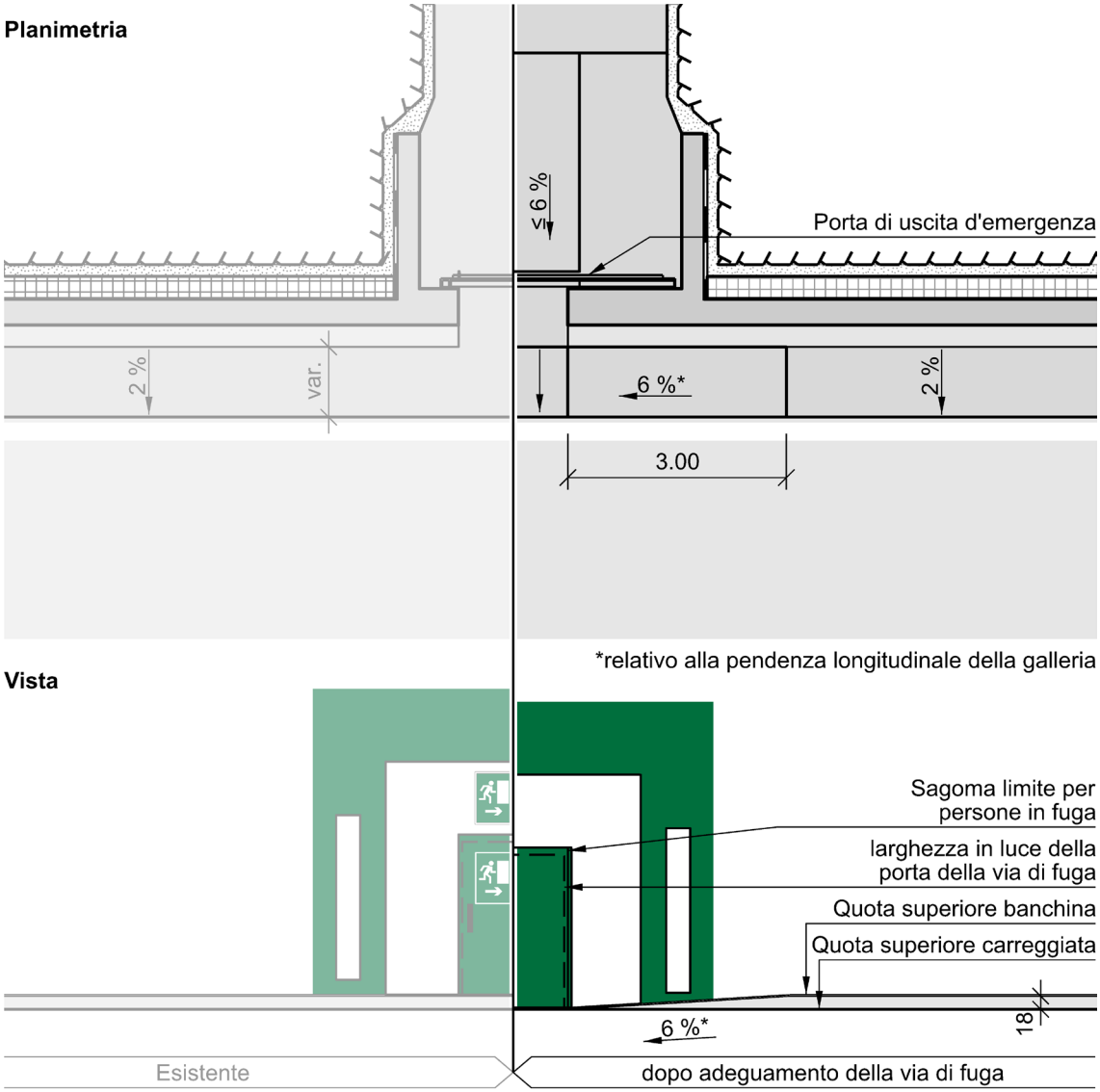


Figura 2: Uscita d'emergenza in Planimetria e in Vista – Adattamento del tunnel esistente mediante abbassamento la banchina e la porta della via di fuga.

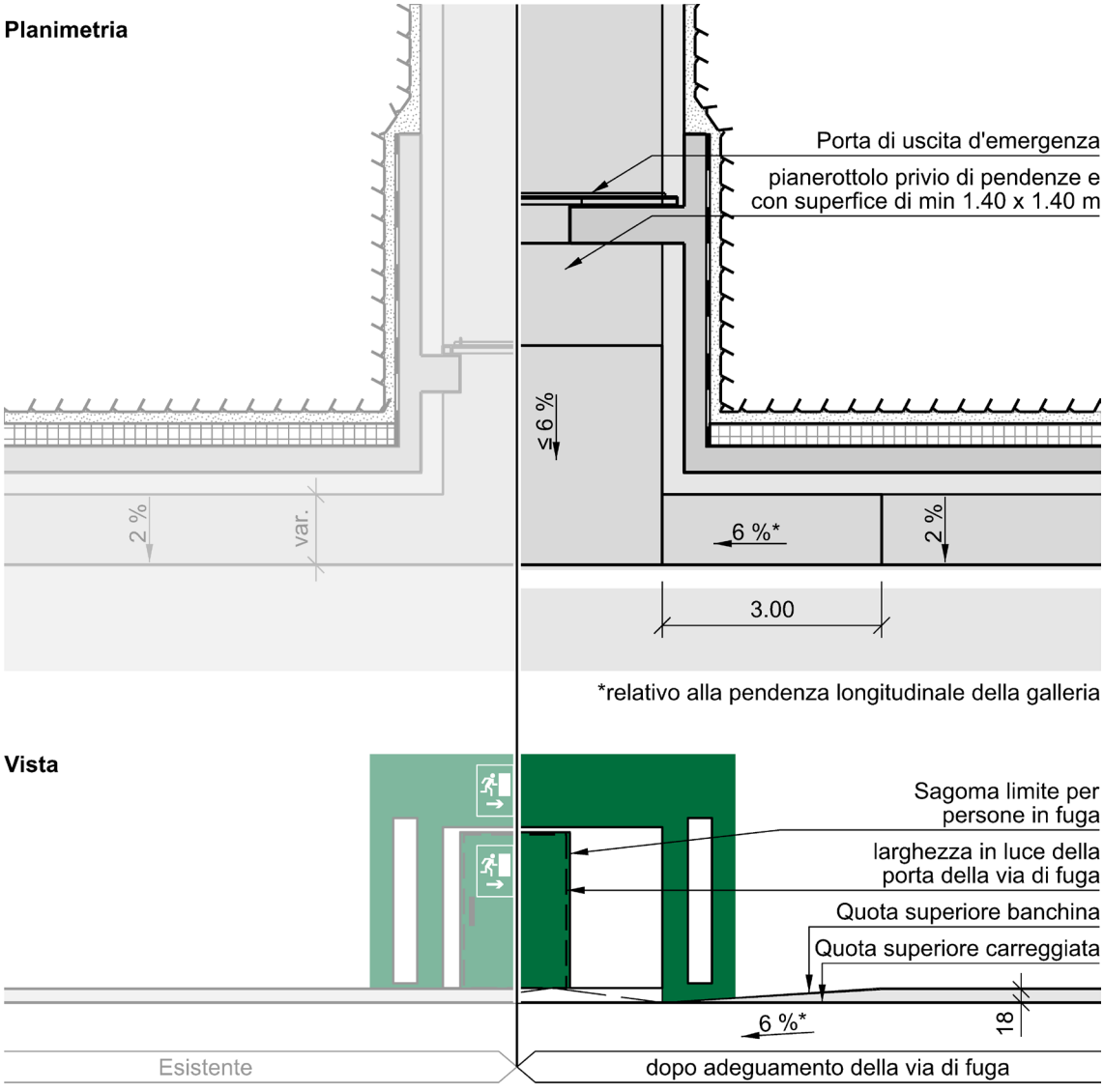


Figura 3: Uscita d'emergenza in Planimetria e in Vista – Adattamento del tunnel esistente abbassando la banchina e spostando la porta della via di fuga nella direzione di fuga.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 281 Dichtungsbahnen Kunststoff-Dichtungsbahnen, bitumenhaltige Dichtungsbahnen und Ton-Dichtungsbahnen - Produkte- und Baustoffprüfungen, Werkstoffbezeichnungen.

SN EN 13369 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo

Scheda SIA 2042 *Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Misure preventive contro danni da reazioni alcali-aggregato in costruzioni di calcestruzzo)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)* (Reazione alcali-aggregato)

Scheda 24 001-10204 Sezione tipo

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione ad ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione completa

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 22 001-15110 Casserature

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Il rivestimento in conci prefabbricati viene generalmente impiegato per la realizzazione di gallerie con fresa meccanica (Tunnel Boring Machine, in acronimo TBM). L'allegato C alla normativa SIA 198 fornisce ulteriori indicazioni circa l'impiego di possibili metodologie di scavo da affiancare all'applicazione di conci prefabbricati in cemento armato. L'intercapedine tra l'ammasso roccioso e l'anello di conci è tempestivamente riempita attra-

verso iniezioni di malte cementizie o ghiaietto monogranulare a seconda delle condizioni geologiche.

Caratteristiche omogenee della regione favoriscono l'impiego di metodologie di scavo meccanizzato e consentono di ottimizzare l'utilizzo di conci prefabbricati. La successione stratigrafica di rocce compatte e terreni sciolti, le condizioni idrogeologiche e la composizione chimica delle acque d'infiltrazione sono determinanti ai fini dell'avanzamento dello scavo, della messa in opera dei conci, dell'impermeabilità e del riempimento dell'intercapedine anulare.

In un ammasso roccioso, in funzione della metodologia adottata, si può avere un drenaggio oppure un dislocamento delle acque sotterranee d'infiltrazione. Il rivestimento in conci prefabbricati non è generalmente a tenuta stagna. Il riempimento dell'intercapedine anulare può variare tramite l'impiego di ghiaietto monogranulare che verrà successivamente iniettato con una miscela cementizia oppure attraverso l'iniezione diretta della miscela stessa. Per garantire la tenuta idraulica è possibile applicare una guarnizione in gomma sui giunti dei conci.

Per evitare l'incastro dello scudo nell'ammasso roccioso e per non pregiudicare la manovrabilità della macchina stessa durante l'avanzamento, è necessario che il diametro della testa rotante sia maggiore rispetto a quello dello scudo. Durante l'avanzamento, lo scudo è appoggiato sul rivestimento in conci nella parte posteriore dello scudo (scudo di coda). L'anello di conci non avvitato si adagia sulla base della lamiera dello scudo di coda. Nella parte superiore si avrà quindi uno spazio libero.

In presenza di terreni sciolti può risultare necessario l'utilizzo di una TBM "a scudo chiuso", in cui il contenimento diretto del fronte di scavo è ottenuto impiegando fanghi pompati in pressione nella camera di scavo (*Hydroshield*), oppure con lo stesso materiale di scavo (EPB, Earth Pressure Balance) o ancora con aria compressa. Quest'ultima metodologia avviene spesso in combinazione con le *TBM-Hydroshield* (cfr. SIA 198, Allegato E). Nei casi sopra elencati lo scudo deve essere a tenuta stagna in modo da impedire la fuoriuscita di acqua o materiale di scavo all'interno della galleria e allo stesso tempo che non vi siano perdite di pressione nella camera di scavo.

È possibile distinguere tra le seguenti tipologie costruttive.

- Rivestimento ad "anello semplice": un unico anello, che se necessario assolve anche una funzione di impermeabilizzazione.
- Rivestimento ad "anello doppio": anello esterno a sostegno dello scavo e anello interno. L'impermeabilizzazione è integrata tra i due anelli.
- Rivestimento "combinato": arco rovescio realizzato con conci; calotta e piedritti con conci e rivestimento interno. Sistema utilizzato in genere con funzioni di impermeabilizzazione a ombrello.
- Arco rovescio in conci: in grado di assorbire immediatamente i carichi.

3. Requisiti

3.1 Requisiti generali

- Non è consentito l'utilizzo di rivestimenti ad "anello semplice" per le gallerie delle strade nazionali. All'interno del rivestimento avviene la posa di condutture e tubazioni. Inoltre la zona di circolazione dei veicoli e il rivestimento interno sono protetti dall'azione delle acque d'infiltrazione grazie al manto impermeabile presente nell'intercapedine dei due rivestimenti.
- Il sistema con conci cosiddetto "a nido d'ape" (*Wabentübbinge*) non si è dimostrato valido e non ne è quindi ammesso l'utilizzo.

3.2 Disposizioni costruttive generali

- La scelta della tipologia di conci avviene in funzione delle condizioni geologiche e idrogeologiche pronosticate. Il progettista deve elaborare e definire i seguenti punti costruttivi e tecnici (la lista non è esaustiva):
  - forma e dimensioni dei conci,
  - caratteristiche della superficie,
  - tipologia e forma dei giunti anulari (tra un anello e l'altro), giunti longitudinali (lungo l'asse longitudinale della galleria) e raccordi dei giunti (giunti a T o a incrocio)
  - tipologia e posizione degli elementi di raccordo avvitati (durante la fase di costruzione ed eventualmente in quella definitiva)
  - tipologia dell'armatura: in barre, a rete e in fibra
  - requisiti dei materiali come calcestruzzo, armatura, guarnizioni in gomma ecc.
- La disposizione degli anelli deve rispettare le prescrizioni progettuali come:
  - il diametro dell'anello in funzione alla sezione tipo della galleria,
  - la disposizione dei martinetti di spinta della fresa meccanica,
  - la cinematica del dispositivo di posizionamento dei conci.
- Dimensioni dei conci (vedere anche la norma SIA 198, Allegato I.6): la larghezza dei conci dipende, tra l'altro, dalla corsa della fresa; per gli ingombri totali è tuttavia necessario osservare le dimensioni e i pesi ammissibili per il trasporto su strada, qualora i conci non vengano prodotti direttamente in cantiere.
- I conci devono essere prodotti sotto forma di anelli conici (evitare giunti aperti con perdita dell'impermeabilità), al fine di poter adattare gli stessi a raggi di curvatura verticali e orizzontali dovuti a deviazioni dello scudo dall'asse teorico della galleria. Lo sviluppo in curva può essere conseguentemente assicurato grazie alla posa appropriata dei singoli conci.
- I giunti e le giunzioni dei conci devono essere realizzati in modo da evitare disallineamenti o comunque ridurli al minimo (< 15 mm), per diminuire il rischio di danno ai manti impermeabilizzanti sintetici interni.
- Per evitare i distacchi di calcestruzzo frequentemente riscontrati nei giunti a incrocio, nonché danni ai nastri di guarnizione in gomma ed eventuali disassamenti, l'anello può

essere montato sfalsato di una quota pari alla metà della lunghezza del concio (giunti a T).

- In linea di principio, un anello di conci dovrebbe essere costituito da minimo cinque elementi di uguale lunghezza e da un concio di chiusura facilmente gestibile.

3.3 Materiali

- Per conci in calcestruzzo si applicano le norme SIA 198, SIA 262 e SN EN 13369, oltre alle schede sull'argomento del manuale tecnico Manufatti.
- Per i conci utilizzati in una costruzione ad anello doppio è richiesta la classe di resistenza a compressione C35/45.
- I requisiti specifici per la resistenza ad attacchi chimici da acque d'infiltrazione aggressive vanno definiti congiuntamente alla classe d'esposizione corrispondente.

3.4 Dimensionamento e calcoli

- Per la progettazione si applicano le norme SIA 197 e le norme dalla SIA 260 alla SIA 262.
- Per le azioni esercitate dall'ammasso roccioso o dal terreno di fondazione si applica la norma SIA 197.
- Si dovranno inoltre calcolare e conseguentemente considerare le forze esercitate dalla fresa meccanica sui conci (ad es. la massima forza di compressione eccentrica), così come le sollecitazioni effettive subite durante la produzione, lo stoccaggio, il trasporto, il montaggio e la messa in opera.
- Per il controllo delle fessurazioni si applicano le prescrizioni delle norme SIA 198 e 262.

3.5 Impermeabilizzazione

- L'impermeabilizzazione deve essere realizzata secondo le indicazioni fornite nelle schede 24 001-10500 - 505.

3.6 Esecuzione

Tolleranze

- In linea di principio, deviazioni e tolleranze vanno determinate specificamente per l'oggetto in questione. Qualora non vengano fissate, si applicano i requisiti secondo la norma SIA 198, Appendice I, su variazioni rispetto alla misura teorica, dimensioni e definizioni.

Casseforme

- Si applicano i requisiti secondo le norme SIA 198 e SIA 262, nonché le prescrizioni della scheda 22 001-15110.

Post-trattamento del calcestruzzo

- Si applicano i requisiti secondo le norme SIA 198 e SIA 262, nonché le prescrizioni della scheda 22 001-14120.

Riempimento dell'intercapedine anulare

- In linea di principio si applicano le indicazioni della norma SIA 198 Lavori in sotterraneo – Esecuzione. Indipendentemente dalla modalità di avanzamento e dalle condizioni idro-geologiche, è sempre richiesto il riempimento dell'intercapedine anulare con ghiaietto monogranulare o una iniezione di malta nel terreno sciolto. Nell'arco rovescio viene normalmente iniettata malta a pressione.
- Il riempimento dell'intercapedine anulare con malta a pressione non deve pregiudicare la funzionalità a lungo termine del sistema di drenaggio (formazione di concrezioni).

Prove

- Per gli elementi prefabbricati in calcestruzzo armato si applicano le prescrizioni della norma SN EN 13369.
- In situazioni speciali, per le prove devono essere stabiliti requisiti particolari, specifici per il caso in questione (ad es. azioni aggressive dall'ammasso roccioso o dal sottosuolo).

1. Riferimenti

SIA 179 *Befestigungen in Beton und Mauerwerk* (Elementi di fissaggio in calcestruzzo e muratura)

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 262/1 Betonbau – Ergänzende Festlegungen (Costruzioni di calcestruzzo – Specifiche complementari)

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SN EN 206-1:2000 Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

Scheda SIA 2042 *Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Misure preventive contro danni da reazioni alcali-aggregato in costruzioni di calcestruzzo)

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)* (Reazione alcali-aggregato)

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10203 Rivestimento fonoassorbente

Scheda 21 001-11351 *Lärmschutz Tunnelportal, Prinzipskizze* (manuale tecnico T/U)

Scheda 24 001-10303 Sistemi di rivestimento superficiale e tinteggiatura delle gallerie

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 24 001-10406 Condotte circolari nella calotta

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 22 001-14140 Sistemi di protezione delle superfici (parte generale)

Scheda 22 001-15110 Casserature

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Per "rivestimento definitivo" si intendono tutte le misure eseguite a completamento della messa in sicurezza dello scavo o compiute separatamente, atte a conferire alla struttura portante (calotta) le proprietà richieste (portanza, forma, aspetto, ecc.). Spesso si utilizzano anche i termini "volta interna" o "anello interno".

Il rivestimento definitivo ha il compito, tra l'altro, di opporsi alle forze esercitate dall'ammasso roccioso che gli interventi in fase di scavo non sono più in grado di sostenere, in seguito a cedimenti progressivi nel corso del tempo. Nel caso di una impermeabilizzazione completa, il rivestimento definitivo si oppone direttamente anche alla pressione idrostatica.

Il rivestimento definitivo svolge inoltre la funzione essenziale di sostenere gran parte degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (condotte circolari annegate nel calcestruzzo del rivestimento, appoggi della soletta intermedia, fissaggi di vario tipo, ecc.).

Infine, per garantire una lunga durata di utilizzazione, che si auspica possa raggiungere i 100 anni, il calcestruzzo deve essere in grado di resistere a differenti sollecitazioni (aggressione di sali, cicli di gelo/disgelo, AAR, incendi, ecc.).

3. Requisiti

Requisiti generali

- La durata di utilizzazione prevista per l'anello interno deve essere fissata tra 80 e 100 anni.

Materiali

- Per le parti in calcestruzzo si applicano in primo luogo le norme SIA 198, SIA 262, SIA 262/1 e SN EN 206-1, nonché le schede del manuale tecnico Manufatti.
- La specifica dei tipi di calcestruzzo deve avvenire in funzione dei requisiti di resistenza alla corrosione delle singole parti costruttive della galleria, principalmente contro
  - l'aggressione chimica delle acque d'infiltrazione, ad es. acque solforose con conseguente formazione di thaumasite, ettringite e gesso (XA)
  - la carbonatazione, spesso accelerata dall'atmosfera in galleria (XC)
  - l'aggressione di sali, ad es. cloruro penetrato nel calcestruzzo da sale antigelo (XD)
  - l'azione di cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti (XF).
- I requisiti per la classe di esposizione variano sia tra la zona dei portali e l'interno della galleria, sia tra il calcestruzzo per l'arco rovescio e quello per la calotta. Il progettista dovrà stabilire i diversi requisiti che andranno specificati nella convenzione di utilizzazione (si veda anche la direttiva ASTRA 12001 "*Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen*" sulla progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali).

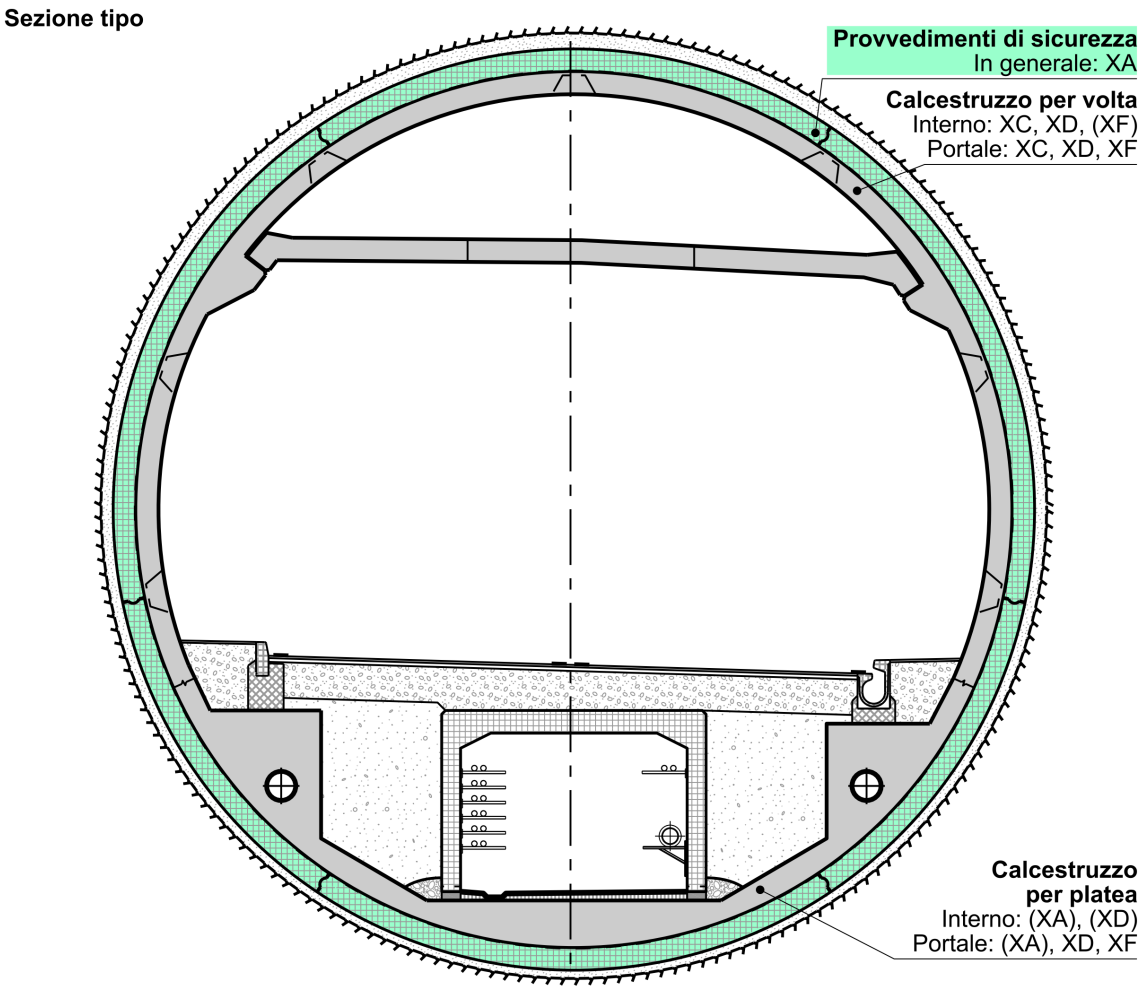


Figura 1: Classi di esposizione rilevanti per le gallerie stradali

Costruzione e dimensionamento

- Per la progettazione si applicano la direttiva ASTRA 12001 "*Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen*", la norma SIA 197 e le norme da SIA 260 a SIA 262.
- Le azioni esercitate dall'ammasso roccioso o dal sottosuolo vanno prese in considerazione conformemente alla norma SIA 197.
- L'anello interno è normalmente realizzato senza armatura, a condizione che le sollecitazioni dall'ammasso roccioso e le condizioni geometriche al contorno lo consentano (luce, geometria dello scavo, collegamenti trasversali, ecc.).
- Per la verifica della portanza del calcestruzzo non armato, il valore nominale della resistenza a compressione secondo la norma SIA 262 deve essere ridotto del 20%.
- Per il controllo delle fessurazioni si applicano le prescrizioni delle norme SIA 198 e SIA 262. Qualora il rivestimento non sia protetto con foglio impermeabilizzante e il calcestruzzo debba assolvere anche la funzione di impermeabilizzazione, per il controllo delle fessurazioni si applica in aggiunta anche la norma SIA 272.

- La dimensione minima del rivestimento interno deve essere di almeno 30 cm, in conformità con la norma SIA 197/2 Art. 8.4.2
- Nel caso venga rispettata la dimensione minima del rivestimento di 0.30 m, è possibile omettere il dimensionamento antincendio. Sono tuttavia esclusi dalla suddetta disposizione i tratti armati il cui cedimento porterebbe a gravi conseguenze in caso d'incendio (gallerie in terreno sciolto sotto aree urbane, gallerie sottoposte alla pressione delle acque sotterranee, ecc.)
- Nelle nuove costruzioni non sono ammessi elementi di rivestimento definitivo sospesi. Durante lavori di risanamento o messa a giorno di vecchi manufatti, nel limite del possibile queste parti devono essere rimosse.

Calotta

- In linea di principio, la posa in opera della calotta deve essere effettuata in una singola tappa di getto. Possono essere previste eccezioni per sezioni grandi e irregolari, come ad es. nel caso di diramazioni o cameroni/caverne, oppure di tecniche costruttive particolari con sottomurazioni.
- Quando la calotta è realizzata mediante una singola tappa di getto, i giunti di lavoro longitudinali devono essere disposti in modo da giacere sotto la faccia superiore della banchina.

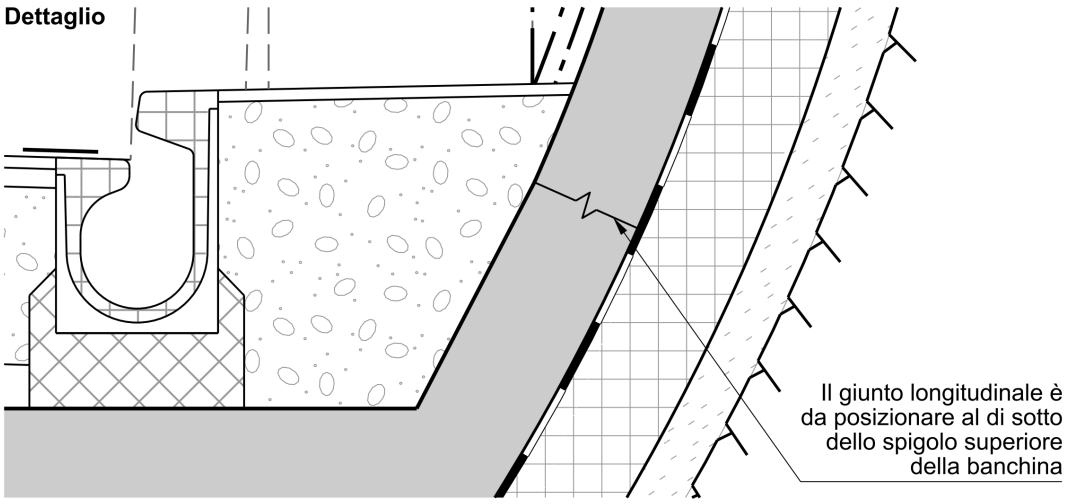


Figura 2: Esempio di giunti di lavoro longitudinali nell'area della banchina per la volta dell'anello interno

Arco rovescio

- Se l'arco rovescio deve essere armato, è necessario prevedere un'armatura continua priva di giunti nella zona di transizione tra stratigrafie dalla diversa durezza come anche in zone caratterizzate da rigidezze variabili e sottoposte a sollecitazioni di varia intensità.
- Per archi rovesci realizzati solo per una lunghezza limitata della galleria, è necessario mantenere la geometria dell'intradosso (cioè la superficie del rivestimento) affinché possa essere utilizzata la stessa cassaforma a volta. La carenatura di raccordo all'arco rovescio deve avvenire sotto il piedritto.

Soletta intermedia

- In linea di principio le mensole d'appoggio della soletta intermedia devono essere armate. L'armatura va opportunamente integrata nell'anello interno.
- Lo spigolo sporgente della mensola d'appoggio deve essere smussato almeno 40 x 40 mm.

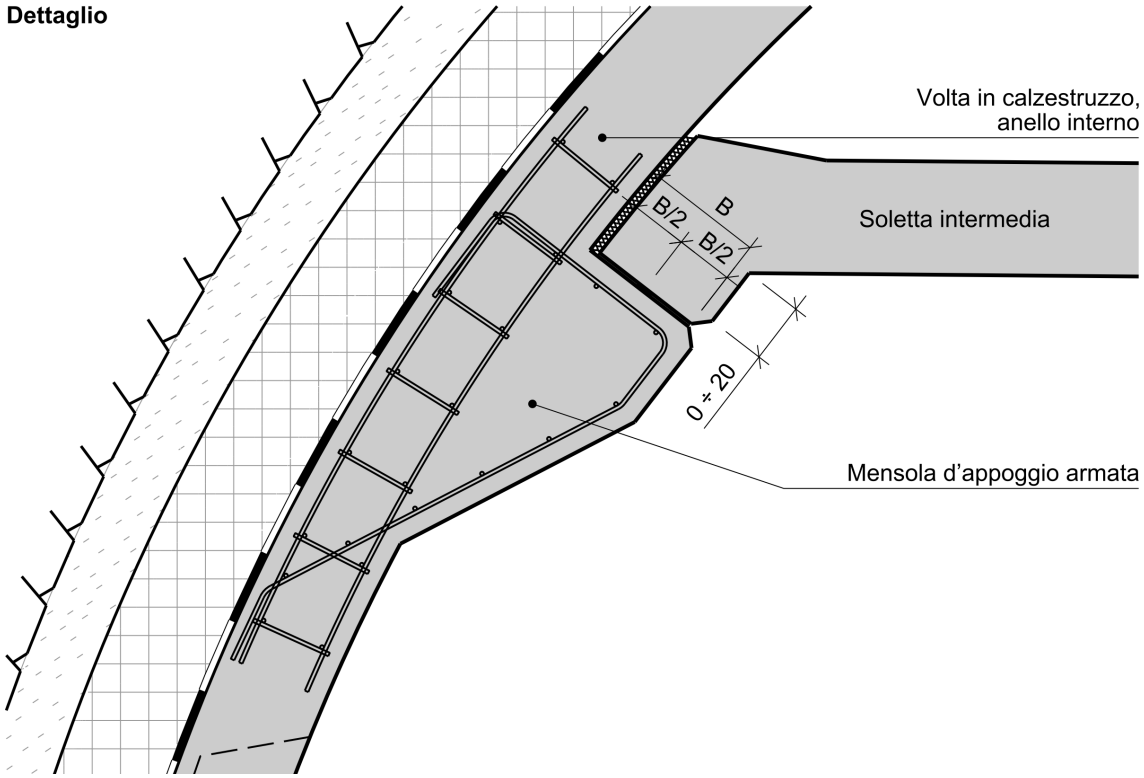


Figura 3: Esempio di schema d'armatura per una mensola d'appoggio

Rivestimento fonoassorbente delle pareti

- Qualora sia previsto un rivestimento fonoassorbente dell'anello interno in corrispondenza dei portali, si applicano anche le prescrizioni della scheda tecnica 24 001-10203 "Rivestimento fonoassorbente".
- Gli incavi richiesti per l'installazione di tale rivestimento vanno progettati in modo da non compromettere in alcuna maniera la funzione dell'anello interno. Anche in queste zone l'anello interno deve avere uno spessore minimo di 0.30 m.

Fissaggi e inserti

- I requisiti dei fissaggi sono descritti nella scheda 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".
- Per i tubi portacavi e gli inserti valgono le prescrizioni della scheda 24 001-10406 "Condotte circolari nella calotta" e della norma SIA 198.

Rivestimento superficiale e tinteggiatura dell'anello interno

- I sistemi di rivestimento superficiale e tinteggiatura sono descritti nella scheda 24 001-10303 "Sistemi di rivestimento superficiale e tinteggiatura delle gallerie", nonché nella scheda 22 001-14140 "Sistemi di protezione delle superfici".

Esecuzione dei lavori

Deviazioni e tolleranze

- In linea di principio, deviazioni e tolleranze vanno determinate specificamente per l'oggetto in questione.
- Qualora non vengano fissate, si applicano i requisiti secondo la norma SIA 198, Appendice I (precisione dimensionale, dimensioni e definizioni).

Casseforme

- Si applicano i requisiti secondo le norme SIA 198 e SIA 262, nonché le prescrizioni della scheda 22 001-15110 "Casserature".

Post-trattamento del calcestruzzo

- Si applicano i requisiti secondo le norme SIA 198 e SIA 262.
- Per le misure di controllo delle vaiolature si applicano le indicazioni della norma SIA 198.

Pori/vaiolature/nidi di ghiaia

- Pori o vaiolature sporadiche sono quasi inevitabili in una cassaforma liscia e di norma non rappresentano un difetto tecnico. Si formano ogni volta che viene gettato un elemento in calcestruzzo e sono da ricondurre p. es. a scarsa compattazione, ventilazione carente, eccessivo rapporto a/c o disomogeneità nell'applicazione del calcestruzzo.
- Tuttavia, a partire da dimensioni di ca. 15 x 15 mm e/o se presenti in notevoli quantità, pori, vaiolature e nidi di ghiaia devono essere considerati punti deboli, in quanto lasciano penetrare più acqua e altre sostanze nocive (contribuendo così alla corrosione dell'armatura), favoriscono la contaminazione delle pareti o possono deturpare l'aspetto del calcestruzzo. Spesso spetta al committente decidere se considerare le vaiolature un difetto. Gli eventuali difetti riscontrati vanno in ogni caso eliminati a regola d'arte.
- Sulla volta interna impermeabilizzata di una galleria si può intervenire con una stuccatura (prima di applicare un rivestimento superficiale). Sulle pareti umide non impermeabilizzate questa soluzione può invece rivelarsi controproducente, perché altera la diffusione del vapore. Un accumulo di vaiolature o nidi di ghiaia alla base di una parete dovuto a una cassaforma non stagna può essere eliminato asportando il calcestruzzo danneggiato con getti d'acqua ad alta pressione e prendendo in considerazione una riprofilatura con malta resistente ai cicli di gelo-disgelo e ai sali disgelanti. La riparazione di difetti in superficie può rivelarsi costosa, va quindi possibilmente evitata pianificando ed eseguendo accuratamente il lavoro.

Prove

- In linea di principio si applicano le disposizioni della norma SIA 262/1. Possono essere eventualmente stabiliti requisiti particolari specifici per l'oggetto in questione. L'uso di metodi di controllo non distruttivi potrebbe essere utile a seconda della situazione.

Riempimento della chiave di volta

- Durante la realizzazione del rivestimento definitivo in calcestruzzo, nella zona del colmo si forma un vuoto che deve essere riempito attuando misure idonee in osservanza alle prescrizioni della scheda 24 001-10505 "Sistemi d'iniezione".

1. Riferimenti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 269/1 *Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen* (Manutenzione di strutture portanti – Azioni)

SIA 269/2 *Erhaltung von Tragwerken – Betonbau* (Manutenzione di strutture portanti – Costruzioni in calcestruzzo)

SN EN 206-1:2000 Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

SN EN 206-1/A1:2004 Calcestruzzo – Modifica A1 alla norma SN EN 206-1:2000 Calcestruzzo - Parte 1

SN EN 206-1/A2:2005 Calcestruzzo – Modifica A2 alla norma SN EN 206-1:2000 Calcestruzzo - Parte 1

SN EN 1504 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo - Parti da 1 a 10

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte e porte carrabili nelle gallerie stradali)

Scheda 22 001-14140 Sistemi di protezione delle superfici

Scheda 24 001-10302 Rivestimento definitivo

Scheda 24 001-10703 Nicchie SOS

Scheda 24 000-10704 Piazzole di emergenza

Scheda 24 000-10705 Collegamenti trasversali carrabili

Scheda 24 000-10706 Collegamenti trasversali pedonali

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Per sistemi di rivestimento superficiale delle gallerie si intendono tutte le misure volte a proteggere il calcestruzzo posto in opera e a conferire il suo aspetto e colore finale. Nel calcestruzzo armato, tali sistemi assolvono in aggiunta una funzione di protezione delle armature dai fenomeni di corrosione.

I sistemi di rivestimento superficiale delle gallerie devono assolvere alle seguenti funzioni:

- proteggere l'anello interno (calcestruzzo del rivestimento definitivo) dagli effetti usuranti dell'atmosfera della galleria
- colmare eventuali nidi di ghiaia e vaiolature, per consentire di effettuare con facilità ed efficienza la necessaria pulizia periodica dell'anello interno
- contribuire all'immagine della galleria, essendo i rivestimenti superficiali e le eventuali pitture gli elementi direttamente visibili della galleria; l'interazione tra luce, colore e stato della superficie influisce in modo determinante sull'aspetto e quindi sul comfort di guida e sulla sicurezza del traffico

- contribuire al risparmio energetico nell'illuminazione della galleria, mediante un rivestimento superficiale chiaro; elementi fondamentali per un risultato a lungo termine sono in questo caso la facilità di pulizia delle pareti della galleria e la stabilità del colore.

3. Requisiti

Requisiti generali

- Per le costruzioni in calcestruzzo vanno determinate le classi di esposizione, in linea di principio secondo la direttiva ASTRA 12001, Allegato 6, e la norma SIA 262.
- Per garantire la durabilità del calcestruzzo, osservare le misure illustrate alla sezione 2.4.3 della norma SIA 262.
- Non sono consentite deroghe peggiorative ai requisiti di qualità del calcestruzzo compensate con l'applicazione di un sistema di protezione superficiale.
- Tutti i prodotti impiegati nel sistema di rivestimento superficiale di una galleria devono essere tra loro compatibili. I prodotti potranno essere applicati in uno o più strati, a seconda delle rispettive caratteristiche.

Requisiti del sistema di protezione superficiale

- In gallerie di nuova costruzione si utilizzano fondamentalmente i seguenti trattamenti:
  - impregnazioni idrofobiche
  - sistemi di riparazione per rasatura/spatolatura (malte da rasatura/livellatura, malte di finitura/malte fini)
  - rivestimenti superficiali

  I requisiti per tali trattamenti sono riportati nelle Appendici da 1 a 3 della presente scheda. Al riguardo si precisa che numerosi requisiti derivano da prove di laboratorio standardizzate (ad es. provino cubico di calcestruzzo standard con rapporto a/c di 0.70). I prodotti previsti dovranno essere conformi a tali valori. Tuttavia, poiché le condizioni effettivamente presenti nell'opera in questione possono discostarsi dalle prescrizioni, i requisiti dovranno essere definiti anche con riferimento alle specificità del progetto o verificati preventivamente su superfici di prova.
- In caso di interventi di risanamento o riparazione, devono essere applicati, mutatis mutandis, questi trattamenti. In alternativa si potrà optare per il sistema di protezione secondo la norma SN EN 1504-9, conformemente ai requisiti, con l'obbligo comunque di conseguire la durabilità richiesta per la vita tecnica (durata d'utilizzazione) pianificata.
- Le eventuali impurità depositatesi sulla superficie devono poter essere rimosse con facilità.

Requisiti di qualità del fondo per gallerie di nuova costruzione

- In funzione della tipologia di sistema di rivestimento superficiale, preparare adeguatamente le pareti della galleria prima dell'applicazione del prodotto (ad es. lavaggio con un'adeguata pressione dell'acqua in modo da aprire i pori). L'eventuale chiusura di vaiolature con malta di sistema dalla banchina fino ad un'altezza minima di 2 metri dipende dalla loro entità (quantità e dimensioni).
- In linea di principio viene dapprima applicata una malta da rasatura/livellatura e successivamente una di finitura dello spessore compreso tra i 0.5 e 1.0 mm. In alternativa, singole vaio-

lature di maggiori dimensioni possono ad esempio essere riempite con resina epossidica o malta additivata con resina sintetica.

Requisiti di qualità del fondo per gallerie esistenti

- Verificare la possibilità di applicare il nuovo rivestimento superficiale su quello esistente. Al riguardo occorre assicurare che il precedente rivestimento formi assieme al nuovo un sistema unitario, in grado di soddisfare i requisiti stabiliti.
- In presenza di pareti umide (ad esempio a causa di un'impermeabilizzazione inadeguata o assente, ecc.), scegliere un sistema idoneo a tali condizioni particolari.

Requisiti relativi alla tinteggiatura

- Per il rivestimento superficiale delle pareti usare la tonalità di colore RAL 9010 (bianco puro, campionatura alla luce del giorno) o una tonalità più chiara.
- Selezionare un colore che non ingiallisca col tempo (nessun ingiallimento chiaro/scuro).
- Realizzare il rivestimento superficiale della galleria almeno fino a 4 m dalla quota superiore della banchina.
- In linea di principio, la tinteggiatura della galleria dovrà essere monocolore. Nelle aree dei portali è possibile applicare una tonalità di colore diversa fino a 150 metri dall'imbocco, se ai fini della sicurezza, del comfort di guida e dell'illuminazione si prevedano di ottenere dei vantaggi considerevoli.
- I prodotti utilizzati non devono contenere alogeni per evitare lo sviluppo di gas nocivi in caso di incendio. I rivestimenti superficiali presenti in opere esistenti possono costituire un'eccezione nel caso in cui si proceda alla verniciatura dei nuovi prodotti senza rimuovere quelli vecchi.

Impregnazione idrofobica

L'impregnazione idrofobica protegge il calcestruzzo dalle infiltrazioni d'acqua e conseguentemente dall'azione di agenti aggressivi come il sale.

- Il trattamento va applicato su tutti gli elementi costruttivi provvisti di armatura a meno che questi non siano stati trattati con un sistema di rivestimento superficiale. Tale raccomandazione vale in particolare per la parte inferiore della soletta intermedia (se presente) e le mensole d'appoggio. Nel caso di solette intermedie esistenti, verificare la pertinenza di una impregnazione a posteriori.
- Ove possibile, utilizzare impregnanti a basso contenuto di COV (composti organici volatili). Per ridurne le emissioni è preferibile la modalità di applicazione a spazzole e rulli anziché a spruzzo.

Elementi artistici

Eventuali elementi artistici sono consentiti con le seguenti condizioni o limitazioni:

- deve essere dimostrato l'effetto positivo del disegno sul comportamento di guida, ad esempio alleviamento della stanchezza dovuta all'uniformità / monotonia in gallerie lunghe
- non devono pregiudicare sicurezza e comfort di guida degli utenti della strada
- non devono modificare sostanzialmente le condizioni di luce e indurre un maggior consumo energetico; in particolare non vanno modificati i mezzi di illuminazione

- non devono presentare alcuna somiglianza o possibilità di confusione con segnali stradali e segnaletica orizzontale, né comprometterne l'efficacia o dare in altro modo l'impressione di avere un significato attinente alle norme della circolazione stradale; in questo senso è proibito l'uso dei colori arancione e verde, qualora non sia possibile escludere qualsiasi confusione con i colori utilizzati per le uscite di emergenza e le nicchie SOS
- non devono arrecare alcun costo aggiuntivo di esercizio e manutenzione.

Profilo dei requisiti

- Poiché la tinteggiatura è soggetta a condizioni sfavorevoli (temperatura, umidità, particelle di polvere, ecc.) sia durante l'applicazione del rivestimento superficiale, sia nella fase di esercizio, devono essere eseguite previamente specifiche prove di idoneità per accertarne la resistenza al clima.
- Oltre alle prove di idoneità, le imprese offerenti dovranno presentare referenze di progetti comparabili realizzati con condizioni d'impiego similari e in condizioni atmosferiche identiche o maggiormente gravose. Le referenze dovranno essere verificate e valutate in modo approfondito dal progettista nell'ambito della presentazione delle offerte di appalto. Questo vale in particolare per l'analisi e la valutazione della facilità di pulizia.
- L'idoneità dei prodotti impiegati deve essere attestata mediante certificati di prova aggiornati, redatti da laboratori accreditati. I certificati di prova hanno una validità massima di 5 anni. Tale scadenza può essere procrastinata a condizione che il produttore dichiari per iscritto che il proprio prodotto non è stato modificato (autodichiarazione), tuttavia fino a un massimo di ulteriori 5 anni.

Appendice 1 - Requisiti della impregnazione idrofobica

Caratteristiche prestazionali	**Procedure di prova**	**Requisiti**
Perdita di massa dopo cicli di gelo-disgelo in presenza di sale Questa prova è richiesta solo per le strutture portanti che entrano in contatto con sali disgelanti.	EN 13581	Secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 1: la perdita di massa sulla superficie del provino impregnato deve comparire minimo 20 cicli più tardi rispetto alla perdita rilevata sul provino non impregnato.
Profondità di penetrazione, misurata su provini cubici di calcestruzzo da 100 mm tipo C (0.70) secondo EN 1766 (non C (0.45) secondo EN 13579). Dopo 28 giorni di maturazione conformemente alla norma EN 1766, i provini devono essere conservati secondo la procedura di stagionatura stabilita nella suddetta norma. I materiali idrofobici devono essere maneggiati secondo quanto prescritto nella norma EN 13579.	La profondità di penetrazione viene misurata con una precisione di 0.5 mm, dopo avere proceduto alla rottura dei provini e avere spruzzato con acqua le superfici di rottura secondo EN 14630 (con utilizzo di acqua al posto della fenolftaleina). La profondità dell'area essiccata rappresenta la profondità efficace dell'impregnazione idrofobica.	Profondità di penetrazione $\geq$ 6 mm
Assorbimento d'acqua e resistenza agli alcali	EN 13580	Secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 1 Coefficiente di assorbimento < 7.5 %, rispetto ai campioni di prova non trattati Coefficiente di assorbimento (dopo immersione in soluzione alcalina) < 10%
Coefficiente della velocità di essiccazione	EN 13579	Secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 1 Classe I. > 30 %

Appendice 2 - Requisiti del rivestimento superficiale

Caratteristiche prestazionali	Procedure di prova	Requisiti
Prova di quadrettatura (cross-cut), misurazione sui campioni di calcestruzzo MC (0.40) con rivestimento superficiale applicato secondo EN 1766. Questa prova può essere utilizzata solo su film lisci e sottili, con uno spessore di film secco complessivo fino a 0.5 mm. **NOTA** La prova viene eseguita nell'ambito della procedura di base, in aggiunta alla misurazione dell'aderenza per trazione diretta (pull-off). Pertanto in cantiere la prova di quadrettatura può sostituire il test di pull-off.	EN ISO 2409 Larghezza fessure: 4 mm (secondo EN 1504-2, Tabella 5)	Indice di quadrettatura: ≤ GT 1
Permeabilità alla CO_2	EN 1062-6 (La preparazione dei provini deve essere conforme alla norma prEN 1062-11:2002, 4.3)	Secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 3 Permeabilità alla $CO_{2\ SD}$ > 50 m
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-1 EN ISO 7783-2	Secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 3 Classe I: $_{SD}$ < 5 m (permeabile al vapore acqueo)
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua (w)	EN 1062-3	Secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 3 $_{W}$ < 0.1 kg/m^2 •h $^{0.5}$

Caratteristiche prestazionali	**Procedure di prova**	**Requisiti**
<u>Forza di aderenza in seguito ad accertamento della resistenza a shock termici</u> Substrato di riferimento: C (0.70) secondo EN 1766 <u>Per applicazioni in esterno sotto l'influenza di sali disgelanti:</u> esposizione a cicli di gelo-disgelo con immersione in sali disgelanti (50 volte)	EN 13687-1	Dopo l'esposizione a cicli termici (shock termici): assenza di rigonfiamenti, fessurazioni e delaminazioni Requisito normativo secondo EN 1504-2, Allegato nazionale 3 (sistemi rigidi) Inoltre: prova di aderenza per trazione dopo cicli di gelo-disgelo con ≥ 1.0 N/mm^2 (valore minimo 0.7 N/mm^2) In un sistema con malta (prec. OS4): la malta fine permanente deve essere resistente a cicli di gelo-disgelo (fattore di resistenza > 50%) → per i requisiti del sistema di riparazione (malte da rasatura) vedere l'Appendice 3
Spessore	Microscopico	> 100 µm
Brillantezza	EN ISO 2813	G 2 (brillantezza media) Angolo di misura 60°, 30 ≤ UB ≤ 60 (UB: unità di brillantezza
Esposizione agli agenti atmosferici artificiali secondo EN 1062-11, 4.2 (radiazione UV e umidità), solo per applicazioni esterne, ad esempio: • muri d'ala • trincee • pareti esposte ad agenti atmosferici nelle aree dei portali	EN 1062-11	Dopo 2'000 ore di esposizione agli agenti atmosferici artificiali: nessun vescicamento (rigonfiamento) sec. EN ISO 4628-2 nessuna screpolatura (fessurazione) sec. EN ISO 4628-4 nessuno sfogliamento (delaminazione) sec. EN ISO 4628-5 Eventuali lievi variazioni di colore, perdita di brillantezza e opacizzazione dovuta al calcare sono accettabili, tuttavia devono essere dichiarate.
Aderenza	SN EN 1542	<u>≥</u> 1.5 N/m^2
Reazione al fuoco	EN 13501-1	B – s1 – d0

Appendice 3 - Requisiti dei sistemi di riparazione (applicazione di malte per rasatura/spatolatura)

Malte da rasatura/livellatura

Caratteristiche prestazionali	Procedure di prova	Requisiti
Requisiti secondo **EN1504-3** per R3 (secondo l'Allegato nazionale della norma EN 1504-3, sezione 5.6, le malte da rasatura devono soddisfare i requisiti della classe R3; nella maggior parte dei casi fanno parte di un sistema di protezione superficiale e devono pertanto soddisfare anche i corrispondenti requisiti della Parte 2.)	Minimo classe R3 secondo EN 1504-3:	
	Resistenza a compressione (EN 12190)	≥ 25 N/mm^2 (MPa)
	Contenuto di cloruro solubile in acqua (EN 1015-17)	≤ 0.05 %
	Aderenza (EN 1542)	≥ 1.5 N/mm^2 (MPa)
	Ritiro/espansione impediti (in caso di mancata verifica della compatibilità termica) (EN12617-4)	Resistenza alla trazione adesiva ≥ 1.5 N/mm^2 (MPa) Ampiezza media max. fessurazioni ≤ 0.05 mm Nessuna fessurazione ≥ 0.10 mm
	Resistenza alla carbonatazione (EN 13295)	d_k ≤ provino di riferimento
	Compatibilità termica dopo esposizione a cicli di shock termico (EN 13687-1)	Resistenza alla trazione adesiva dopo gelo/disgelo ≥ 1.5 N/mm^2 (MPa)
	Modulo elastico in compressione (EN 13412)	≥ 15 kN/mm^2 (GPa)
	Assorbimento capillare (EN 13057)	≤ 0.5 kg/m^2/h$^{0.5}$

Caratteristiche prestazionali	**Procedure di prova**	**Requisiti**
EN 1504-3, R3 *(continua)* Affinché la malta da rasatura non comprometta l'efficacia del rivestimento superficiale applicato sopra, vanno soddisfatti i seguenti requisiti:	Permeabilità all'anidride carbonica (EN 1062-6)	≥ 50 m
	Grado di trasmissione del vapore acqueo (EN ISO 7783-2)	≤ 5 m
	Assorbimento capillare (EN 1062-3)	≤ 0.25 kg/m^2/h$^{0.5}$
	Resistenza alla trazione adesiva dopo cicli di shock termico (EN 13687-1/-2)	Assenza di rigonfiamenti, fessurazioni e delaminazioni HZ ≥ 1.0 (0.7) N/mm^2 (MPa)
	Misurazione dell'aderenza per trazione diretta (EN 1542)	≥ 1.0 (0.7) N/mm^2 (MPa)
	Reazione al fuoco (EN 13501-1)	≥ Classe E-d2

Malte di finitura/malte fini

Caratteristiche prestazionali	Procedure di prova	Requisiti
Requisiti secondo **EN1504-3** per R3 Malte di finitura/malte fini con uno spessore compreso tra i 0.5 e 1.0 mm vengono utilizzate non tanto come sistema sostitutivo del calcestruzzo quanto come sistema di protezione superficiale. In tal caso sono trascurabili dal punto di vista strutturale.	Minimo classe R3 secondo EN 1504-3:	
	Resistenza a compressione (EN 12190)	≥ 25 N/mm^2 (MPa)
	Contenuto di cloruro solubile in acqua (EN 1015-17)	≤ 0.05 %
	Aderenza (EN 1542)	≥ 1.5 N/mm^2 (MPa)
	Ritiro/espansione impediti (in caso di mancata verifica della compatibilità termica) (EN12617-4)	Resistenza alla trazione adesiva ≥ 1.5 N/mm^2 (MPa) Ampiezza media max. fessurazioni ≤ 0.05 mm Nessuna fessurazione ≥ 0.10 mm
	Resistenza alla carbonatazione (EN 13295)	d_k ≤ provino di riferimento
	Compatibilità termica dopo esposizione a cicli di shock termico (EN 13687-1)	Resistenza alla trazione adesiva dopo gelo/disgelo ≥ 1.5 N/mm^2 (MPa)
	Modulo elastico in compressione (EN 13412)	≥ 10 kN/mm^2 (GPa)
	Assorbimento capillare (EN 13057)	≤ 0.5 kg/m^2/h$^{0.5}$

Caratteristiche prestazionali	Procedure di prova	Requisiti
EN 1504-3, R3 *(continua)* Affinché la malta di finitura non comprometta l'efficacia del rivestimento superficiale applicato sopra, vanno soddisfatti i seguenti requisiti:	Permeabilità all'anidride carbonica (EN 1062-6)	≥ 50 m
	Grado di trasmissione del vapore acqueo (EN ISO 7783-2)	≤ 5 m
	Assorbimento capillare (EN 1062-3)	≤ 0.25 kg/m^2/h$^{0.5}$
	Resistenza alla trazione adesiva dopo cicli di shock termico (EN 13687-1/-2)	Assenza di rigonfiamenti, fessurazioni e delaminazioni HZ ≥ 1.0 (0.7) N/mm^2 (MPa)
	Misurazione dell'aderenza per trazione diretta (EN 1542)	≥ 1.0 (0.7) N/mm^2 (MPa)
	Reazione al fuoco (EN 13501-1)	≥ Classe E-d2

1. Riferimenti

SIA 179 *Befestigungen in Beton und Mauerwerk* (Elementi di fissaggio in calcestruzzo e muratura)

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 262.005 *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton – Teil 4-1: Allgemeines* (CEN/TS 1992-4-1:2009) (Dimensionamento degli ancoraggi di elementi di fissaggio in calcestruzzo – Parte 4-1: Principi generali)

EN 10088 Acciai inossidabili – Parti da 1 a 5

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10302 Rivestimento definitivo

Scheda 24 001-11002 Ventilatori longitudinali – Aspetti costruttivi

2. Aspetti generali

Nelle gallerie, i fissaggi con tasselli e ancoraggi sono sottoposti a numerose e differenti sollecitazioni di notevole intensità e ad aggressioni ambientali di vario tipo. Nel dimensionamento degli elementi di fissaggio si dovranno quindi prendere in considerazione aspetti quali:

- sollecitazioni da carichi statici e dinamici in esercizio (impianti di ventilazione, spostamenti d'aria provocati dai veicoli, ecc.)
- aumento delle temperature e sviluppo di calore in seguito a incendio
- aria aggressiva e inquinata nella galleria (atmosfera corrosiva per la presenza di gas di scarico e l'azione dei sali antigelo).

I principali fattori che influenzano l'intensità delle sollecitazioni sugli elementi di fissaggio nelle gallerie stradali sono:

- lunghezza della galleria
- tipo di sistema di ventilazione della galleria
- densità del traffico e percentuale di traffico pesante
- posizione di montaggio degli elementi di fissaggio (ponti termici con formazione di acqua di condensa, possibilità di lavaggio periodico, zona raggiunta da spruzzi d'acqua).

Lo studio di soluzioni di fissaggio conformi ai requisiti richiede pertanto un'adeguata pianificazione e progettazione.

3. Requisiti

Requisiti generali

- In linea di principio, gli elementi di fissaggio devono essere previsti solo ove non sia possibile nessun'altra soluzione costruttiva. In tutti gli altri casi, la tecnologia di fissaggio deve essere adattata per resistere all'atmosfera altamente corrosiva presente nelle gallerie e alle alte temperature che possono svilupparsi in caso d'incendio.
- La durata degli elementi di fissaggio di componenti importanti dell'equipaggiamento di esercizio e sicurezza deve essere fondamentalmente garantita per la vita d'utilizzo pianificata. Il cedimento di elementi di fissaggio non deve mettere fuori uso le installazioni di sicurezza, generando così nuovi pericoli per gli utenti della strada o per le forze d'intervento.
- Le strutture di fissaggio in gallerie in sotterraneo e a cielo aperto e in gallerie aperte su un lato devono essere di regola progettate e dimensionate secondo le norme SIA 179 e SIA 262.005.
- Nella scelta degli elementi di fissaggio idonei è necessario considerare i requisiti degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA) per la manutenzione ordinaria.

Requisiti degli elementi di fissaggio

- Tutti gli elementi di fissaggio per gli equipaggiamenti e i componenti esposti all'aria della galleria nello spazio di transito e nel canale di ventilazione devono presentare una resistenza alla corrosione del gruppo V secondo la Norma SIA 179.
- Per le strutture di sospensione vanno utilizzati esclusivamente tasselli, ancoraggi e collegamenti a vite in acciaio inossidabile con le seguenti specifiche di materiale:

Numero del materiale secondo EN 10088	**Abbreviazione del materiale secondo EN 10088**
N. materiale 1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7

  L'effettiva qualità del materiale può essere molto diversa a seconda della provenienza, pertanto è richiesto il certificato di origine dei materiali.
- Evitare la corrosione da contatto dovuta all'impiego di differenti metalli nobili. Non è consentito utilizzare elementi di fissaggio zincati (ad es., per l'avvitamento di grosse parti in acciaio inossidabile non usare viti zincate in metalli non nobili, perché si deteriorerebbero in breve tempo).
- Nella parte superiore della galleria non è consentito l'uso di tasselli in materiale sintetico a causa della loro bassa resistenza al calore.

Sospensione della soletta intermedia

- Ad eccezione delle aree che presentano una luce maggiore (in corrispondenza di piazzole d'emergenza, diramazioni, ecc.), non sono consentite sospensioni per la soletta intermedia. Ulteriori requisiti sono riportati nella scheda 24 001-10202 "Soletta intermedia"

Fissaggio dei ventilatori longitudinali

- I requisiti per il fissaggio di ventilatori longitudinali (acceleratori) sono riportati nella scheda tecnica 24 001-11002 "Ventilatori longitudinali – Aspetti costruttivi".

Resistenza al fuoco

- Per il fissaggio di equipaggiamenti di esercizio e sicurezza nello spazio di transito e nel canale di ventilazione, possono essere impiegati solo sistemi e strutture di fissaggio resistenti al calore.
- Secondo la norma SIA 197/2 punto 7.4.1.3, gli elementi di fissaggio degli impianti elettromeccanici devono essere progettati in modo da reggere a una temperatura di 450°C per almeno 30 minuti nella prima fase dell'incendio. In singoli casi a seconda del manufatto specifico o della sua ubicazione, l'USTRA può tuttavia prevedere livelli di resistenza superiori.
- I tasselli in materiale sintetico non sono da considerarsi resistenti al calore e non possono essere utilizzati per tali fissaggi (in caso d'incendio possono infatti svilupparsi temperature di oltre 1'000 °C).

Resistenza alla fatica

- È richiesta la certificazione della resistenza a fatica per le strutture di fissaggio dei ventilatori e per determinati elementi nello spazio di transito regolarmente esposti a sollecitazioni cicliche dovute agli spostamenti d'aria provocati dal passaggio dei veicoli o alle vibrazioni proprie. Tale certificazione è richiesta per tutti gli elementi di fissaggio di equipaggiamenti con più di 10'000 cicli di carico. Questo concerne in particolare:
  - gli ancoraggi di ventilatori longitudinali
  - gli ancoraggi di elementi costruttivi e di montaggio, quali rivestimenti fonoassorbenti delle pareti nella zona del portale
  - le parti dell'impianto per la segnaletica
  - l'impianti di illuminazione della galleria
  - i fissaggi di porte e cancelli nello spazio di transito.
- Per il montaggio di strutture sospese soggette a sollecitazioni dinamiche è richiesto l'utilizzo di elementi di fissaggio a sottosquadro, senza slittamento e resistenti a fatica con completa aderenza al calcestruzzo. Per carichi dinamici pesanti è consentito utilizzare solo ancoraggi a sottosquadro omologati per le zone di trazione (ancoraggi ad accoppiamento geometrico) e ancoraggi annegati nel calcestruzzo.
- In caso di fissaggi soggetti a carichi dinamici vanno evitati gli ancoraggi con tasselli ad espansione.

1. Riferimenti

CIE 144 *Road surface and road marking reflection characteristics*

Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

Manuale tecnico Tracciato e ambiente, scheda 21 001-10201 *Typischer Schichtaufbau* (Stratificazione)

Scheda 24 001-10402 Banchine

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 21 001-10216 *Oberbau Deckschicht MA* (pavimentazioni chiare)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione gallerie – Gallerie stradali)

SLG 202 *Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung, Ergänzungen zu SNR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -5* (Illuminazione pubblica: illuminazione stradale – Integrazioni alle norme SNR 13201-1 e SN EN 13201-2 fino a 5)

SN 640 850a *Markierungen; Ausgestaltung und Anwendungsbereiche* (Segnaletica orizzontale; caratteristiche e settori d'applicazione)

2. Aspetti generali

La pavimentazione di una galleria deve in parte soddisfare altre condizioni rispetto a quella dei tratti a cielo aperto, per la presenza di fattori ambientali e meteorologici diversi.

Aspetti particolarmente rilevanti, che influenzano la sicurezza della circolazione nelle gallerie, sono il grip e la capacità di deflusso rapido e completo dei liquidi (impermeabilità). Assume sempre più importanza la pavimentazione chiara, che consente di ridurre i costi energetici, manutentivi e di investimento legati all'illuminazione.

Questa scheda tecnica si applica anche a gallerie artificiali semiaperte.

3. Requisiti

Carreggiate

La composizione del conglomerato bituminoso deve essere stabilita d'intesa con i tecnici che si occupano delle strutture e pavimentazioni stradali. Per la stratificazione valgono i requisiti specificati nel Manuale tecnico Tracciato e ambiente, scheda 21 001-10200 *Typischer Schichtaufbau* (Stratificazione).

Le sovrastrutture in asfalto colato su lastre di calcestruzzo (p. es. i canali tecnici) possono essere realizzate secondo le indicazioni del manuale tecnico Manufatti. In presenza di terreni di fondazione ghiaiosi gli strati di pavimentazione in asfalto colato vengono definiti in base al progetto.

In galleria non si può ricorrere a manti drenanti (o pavimentazioni PA, dall'inglese *porous asphalt*), poiché per caratteristica (capacità di assorbimento) impedirebbero il rapido deflusso di fluidi infiammabili verso la caditoia a fessura.

Transizione di strati di usura

In assenza di rivestimento stradale fonoassorbente, occorre prolungare il manto di usura SDA 8-12 del tratto a cielo aperto all'interno della galleria, ad esempio fino a 50 m dall'imbocco (cfr. Figura 1).

A fini di protezione acustica è possibile estendere la tipologia di pavimentazione utilizzata nella sezione a cielo aperto (ad es. SDA 8-12 o MA LA) sull'intera lunghezza di gallerie brevi di ca. 300 fino a 600 m. In presenza di gallerie antirumore, il manto fonoassorbente previsto all'esterno deve essere esteso all'interno.

Schema

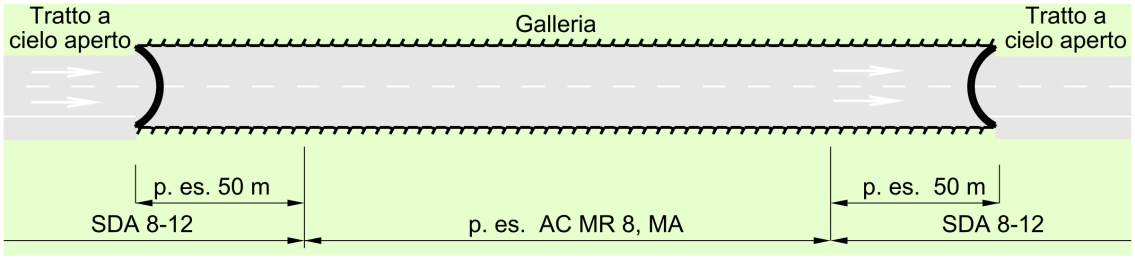


Figura 1: Transizione di strati di usura in galleria

Luminosità del manto stradale

Nelle gallerie più lunghe devono essere realizzate pavimentazioni di colore chiaro.

La luminosità della pavimentazione va considerata in coordinamento con il settore specialistico BSA al momento del dimensionamento dell'illuminazione. Le specifiche tecniche della pavimentazione sono indicate nella scheda FHB T/U 21 001-10216 *Oberbau Deckschicht MA*.

Nelle gallerie brevi si può adottare il tipo di pavimentazione del tratto a cielo aperto.

Segnaletica orizzontale

Nelle gallerie bidirezionali è necessario tracciare una doppia linea continua formata da bande sonore longitudinali a rilievo. Sulla mezzeria vanno installati marker rifrangenti. La larghezza delle linee e dello spazio che le separa è stabilita nella norma SN 640 850a.

Banchina

In linea di principio, nell'area della banchina la pavimentazione deve essere realizzata in asfalto colato MA 8 N. Il riempimento a tergo della banchina viene di norma effettuato con sabbia ghiaiosa UG 0/45 OC_{75}. La Figura 2 mostra la realizzazione standard:

strato di usura di 30 mm (MA 8 N)

strato portante di 50 mm (PA B 16)

Questa prescrizione si applica anche nei casi in cui la banchina sia riempita con calcestruzzo e la condotta per l'acqua antincendio alloggi in una canaletta (ad es. in un letto di sabbia o materiale isolante come ghiaia di vetro cellulare).

Quando nella banchina vengono installati cavidotti, occorre prevedere uno strato di usura di 30 mm di asfalto colato MA 8 N in superficie del calcestruzzo di rivestimento o di riempimento (Figura 2).

Schema

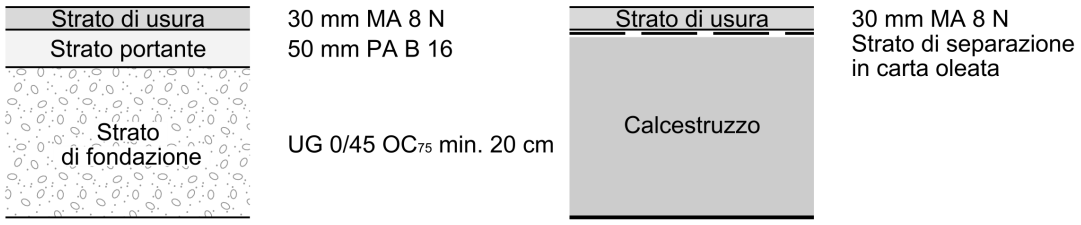


Figura 2: Stratificazione della banchina con ghiaia (sinistra) e calcestruzzo (destra)

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali), sezione 8.5.2

SIA 2052 Calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni (CFAP) – Materiali, dimensionamento ed esecuzione

Scheda 24 001-10101 Andamento planimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10201 Spazio utile per il traffico

Scheda 24 001-10401 Pavimentazione

Scheda 24 001-10405 Blocchi portacavi e pozzetti di tiro

Scheda 24 001-10406 Condotte circolari nella calotta

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 24 001-10701 Approvvigionamento idrico antincendio

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le banchine offrono una protezione dal traffico in transito alle persone che in caso di emergenza devono lasciare il proprio veicolo e camminare lungo la galleria, ad esempio per raggiungere una nicchia SOS o un cunicolo trasversale di collegamento.

Le banchine contribuiscono inoltre al mantenimento delle distanze di visibilità per l'arresto e il sorpasso nei tratti in curva. Per questo motivo le banchine possono essere anche notevolmente più ampie rispetto alla larghezza minima di 1 m richiesta nella norma SIA 197/2.

Per migliorare la gestione del traffico (visibilità dei cordoni) e assicurare una via di fuga sicura, nelle gallerie la banchina è utilizzata anche per installarvi i dispositivi di guida ottica (tecnologia a LED).

3. Requisiti

- Lo spazio utile per il traffico sopra la banchina si compone di quattro elementi (dal basso all'alto):

  - sagoma limite per i pedoni

  - sagoma limite per la segnaletica

  - sagoma limite per la segnaletica a messaggio variabile

  - fascia di sicurezza supplementare laterale di 30 cm.

- Per la rispettiva disposizione si applicano le prescrizioni della norma SIA 197/2 e la scheda tecnica 24.001-10201.

- La banchina deve presentare una pendenza trasversale del 2% verso la carreggiata ed estendersi alla base del piedritto senza canaletto di scolo longitudinale.
- La banchina è separata dalla carreggiata da un cordone. Le dimensioni dei cordoni sono illustrate in Figura 1.

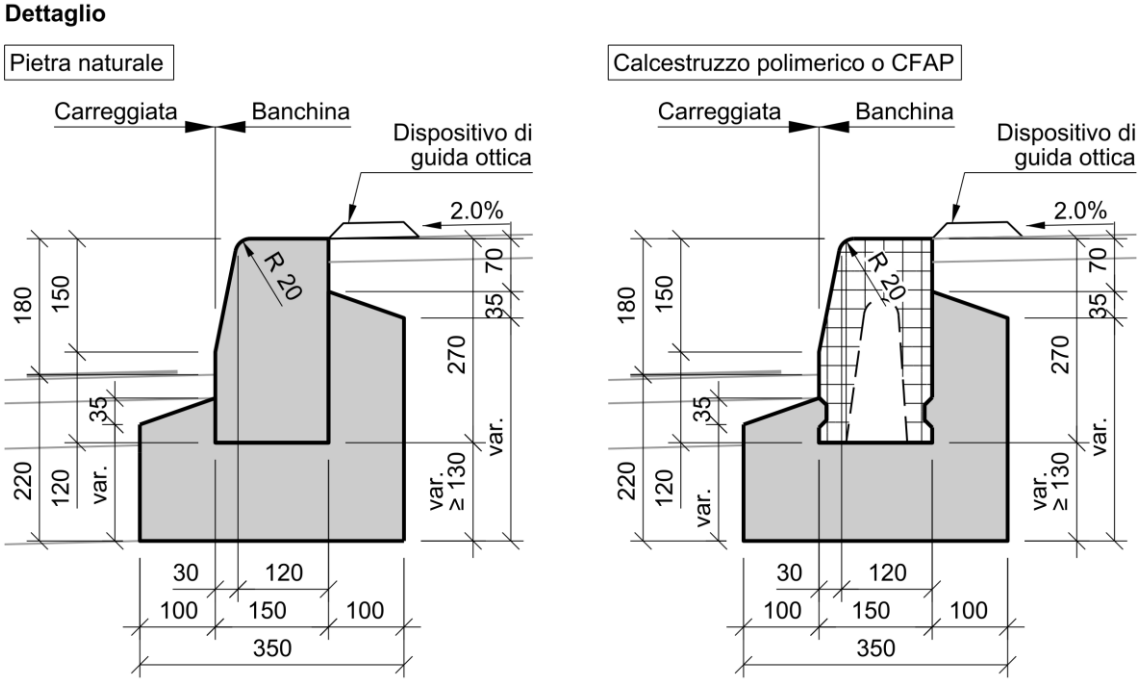


Figura 1: Dimensioni dei cordoni, fondazione dei cordoni e dispositivo di guida ottica

Selezione dei materiali per il cordone

- Il cordone può essere in pietra naturale (è richiesta l'indicazione del tipo di materiale e della rispettiva origine), in calcestruzzo polimerico oppure in CFAP (calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni) e deve poggiare su un letto di malta (cfr. Figura 1).
- La pietra naturale deve resistere alle sollecitazioni meccaniche e chimiche (ad es. granito, gneiss).
- Per la tinteggiatura del calcestruzzo polimerico deve essere scelto un colore chiaro, giallo/grigio cemento.
- Per informazioni sulla pavimentazione, vedere anche la scheda tecnica 24 001-10401 Pavimentazione.

Blocchi portacavi

- Nella banchina è possibile installare dei blocchi portacavi, che devono essere completamente annegati nel calcestruzzo fino alla faccia inferiore dello strato di usura (30 mm di asfalto colato MA 8 N); si veda al riguardo la scheda 24 001-10405 "Blocchi portacavi e pozzetti di tiro".

- Per motivi di protezione antincendio, il bordo superiore dei tubi portacavi deve trovarsi almeno 10 cm sotto la faccia superiore in calcestruzzo della banchina (vedere scheda 24 001-401 "Pavimentazione").
- La distanza minima tra i singoli tubi o tra tubo e cordone/piedritto deve essere pari al doppio del diametro massimo degli aggregati nel calcestruzzo. La ricetta del calcestruzzo può essere ridotta ad una granulometria di 0-16 mm (vedere la scheda 24 001-10405 "Blocchi portacavi e pozzetti di tiro").
- La disposizione dei blocchi portacavi dipende generalmente dai casi specifici, quali:
  - pozzetti di tiro
  - diramazioni della condotta per gli idranti ai singoli idranti
  - pozzetti sifonati, ecc.
- Se nella banchina corrono cavi di terzi, è necessario considerare ed escludere eventuali problemi di induzione e/o correnti vaganti. Si veda al riguardo la scheda corrispondente nel manuale tecnico BSA.
- Per eventuali tubi di riserva, vedere la scheda 24 001-10405 "Blocchi portacavi e pozzetti di tiro".

Dispositivi di guida ottica

- Per migliorare la gestione del traffico (visibilità dei cordoni) e assicurare una via di fuga sicura, nelle gallerie la banchina è utilizzata anche per installarvi i dispositivi di guida ottica (tecnologia a LED) (cfr. Figura 1). I moduli LED vengono installati al bordo della carreggiata, sulla banchina.
- Di regola, per le nuove costruzioni, le banchine saranno provviste per motivi di sicurezza di un dispositivo di guida ottica. Per le strutture esistenti verificare la pertinenza di una installazione a posteriori del sistema di guida ottica.
- Secondo le indicazioni riportante nel manuale tecnico BSA, i dispositivi di guida ottica vanno alloggiati in incavi fresati nella banchina, oppure in un tubo elettrico vuoto posato tra la pavimentazione e il cordone (tipo KRF, DN 20 mm). Lo spazio sotto la banchina può essere ridotto localmente da condotte circolari (vedere la scheda 24 001-10406 "Condotte circolari nella calotta").

1. Riferimenti

Scheda 24 001-10705 Collegamenti trasversali carrabili

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La piastra carrabile (detta anche "piattabanda") è un tipo di costruzione a ponte che nelle gallerie permette di ottenere il massimo spazio vuoto sotto la carreggiata. In passato molte gallerie sono state realizzate con piastre carrabili. Si tratta, tuttavia, di un sistema che presenta dei problemi, perché il risanamento di una piastra carrabile è un intervento delicato e molto costoso, con gravi ripercussioni sul traffico.

3. Requisiti

- In linea di principio non devono più essere utilizzate piastre carrabili nelle gallerie.
- Fanno eccezione i collegamenti trasversali carrabili nei quali sia previsto sotto la carreggiata il collegamento tra i canali tecnici (vedere scheda 24 001-10705 "Collegamenti trasversali carrabili").

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

EN 13242 *Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Strassenbau – Ungebundene Gemische – Anforderungen* (Aggregati per miscele non legate e miscele legate con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade – Specifiche).

Scheda 24 001-10705 Collegamenti trasversali carrabili

Scheda 24 001-10405 Blocchi portacavi e pozzetti di tiro

Scheda 24 001-10406 Condotte circolari nella calotta

Scheda 24 001-15103 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere di sostegno

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Un canale tecnico (WELK) è un canale pedonale, separato dallo spazio di transito. Generalmente si trova sotto la carreggiata ed è utilizzato per alloggiare diverse condotte, consentendo in tal modo di eseguire diversi lavori di manutenzione sotto il traffico circolante.

Lo spazio disponibile è limitato e deve perciò essere sfruttato al meglio, in considerazione di diversi tipi di cavi e condotte, in particolare:

- cavi per l'alimentazione elettrica
- cavi di trasmissione (in rame, fibra ottica)
- linee di transito
- condotte per l'acqua d'infiltrazione
- condotte per l'acqua antincendio

L'importanza del canale tecnico aumenta con la lunghezza della galleria.

In determinate circostanze, in gallerie a una canna il canale tecnico può servire anche da via di fuga.

Il canale tecnico è generalmente prefabbricato e presenta un profilo ad U rovesciata. Per motivi legati alla prefabbricazione, il collegamento con le condotte circolari deve essere pianificato in modo da rispettare un determinato schema.

Si deve considerare che nel canale tecnico possono entrare piccole quantità d'acqua di diversa origine:

- perdite nella condotta dell'acqua antincendio o nella condotta dell'acqua d'infiltrazione
- acqua di condensa
- acqua d'infiltrazione
- acqua dalla carreggiata
- acqua di servizio in caso di lavori di manutenzione alla condotta dell'acqua d'infiltrazione, ecc.

Ai fini dell'esercizio è fondamentale assicurare l'accesso al canale tecnico da entrambe le estremità.

3. Requisiti

Disposizione

- La necessità di prevedere un canale tecnico dipende da diversi fattori. È richiesta la presenza di un canale tecnico nei seguenti casi, tra loro indipendenti:
  - lunghezza della galleria superiore a 1'000 metri (2 canne, ciascuna a senso unico di marcia)
  - lunghezza della galleria superiore a 500 metri (1 canna a doppio senso di marcia)
  - il canale tecnico è l'unica possibile via di fuga
  - il traffico giornaliero medio TGM (*DTV, Durchschnittlicher Täglicher Verkehr*) per corsia di marcia è superiore a 10'000 veicoli (orizzonte previsionale di 15 anni)
  - le gallerie contigue (a meno di 1'000 m di distanza) sono o verranno dotate di canale tecnico.
- In situazioni normali, il canale tecnico deve essere disposto sotto la carreggiata. Nel caso di gallerie a cielo aperto il canale tecnico può anche correre lateralmente o essere posizionato tra le due canne della galleria (sotto o sopra).

Sagoma limite

- Nel canale tecnico sono definite cinque diverse sagome limite in funzione dell'utilizzo (vedi Figura 1):
  - sagoma limite per il personale di servizio e manutenzione, così come per persone in fuga in caso di emergenza
  - sagoma limite per equipaggiamenti di esercizio e sicurezza
  - sagoma limite per uso misto di singoli elementi (armadi di distribuzione, pozzetti di drenaggio, saracinesche, raccorderia, ecc.),
  - sagoma limite per la condotta dell'acqua antincendio
  - sagoma limite per le condotte dell'acqua d'infiltrazione
- La condotta di raccolta per l'acqua stradale non può essere posata nel canale tecnico.

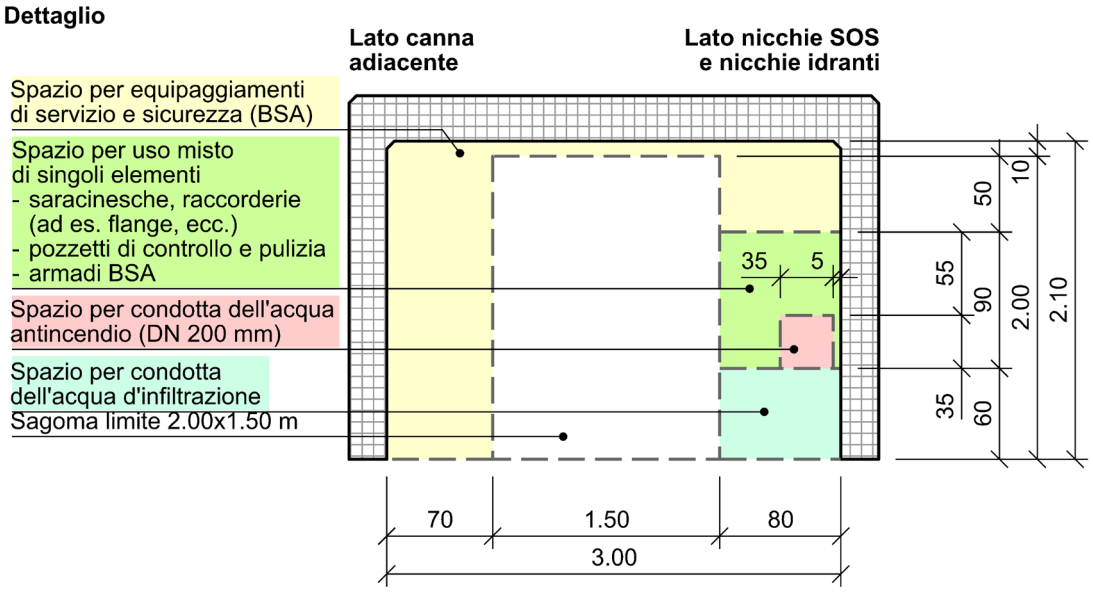


Figura 1: Sagoma limite di spazio libero nel canale tecnico (senza utilizzo come via di fuga)

Dimensioni

- Al suo interno, il canale tecnico è largo 3.00 m e alto 2.10 m (vedere la sagoma limite).
- In caso di canale tecnico prefabbricato, la lunghezza degli elementi dipende dal mezzo di trasporto. In caso di trasporto su strada, la lunghezza massima ammissibile è di 2.50 m.
- I lati frontali devono essere strutturati in modo che i singoli elementi del canale tecnico possano essere uniti di testa. Sui lati frontali è possibile prevedere intagli o scanalature per attraversamenti di cavi all'interno del canale tecnico senza ripercussioni sull'altezza libera.
- Le pareti laterali del canale devono avere uno spessore minimo di 25 cm.
- La soletta di copertura deve avere uno spessore minimo di 30 cm. Negli angoli del canale tecnico devono essere di regola previste armature a taglio. Nel dimensionamento occorre prestare particolare attenzione al traffico di cantiere.
- Assicurare che accanto al canale tecnico vi sia spazio sufficiente per i compattatori.

Dettaglio

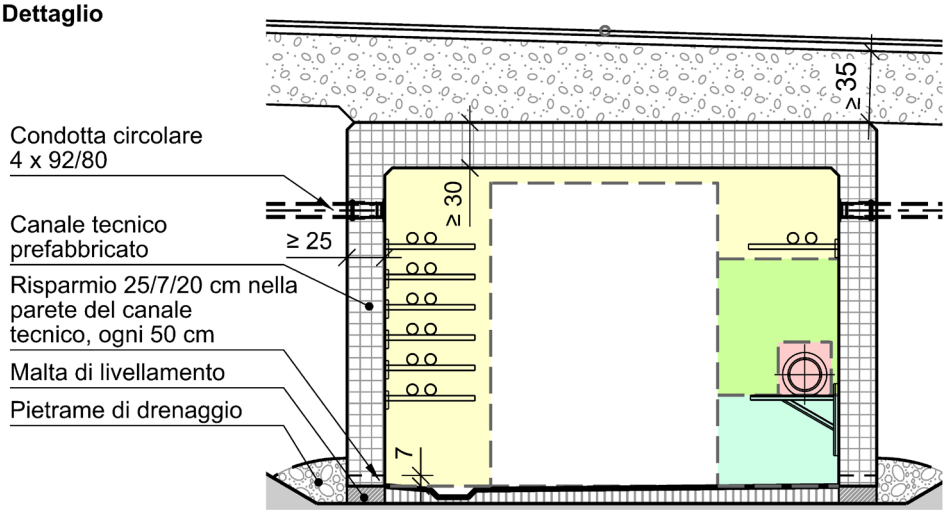


Figura 2: Esempio di un canale tecnico

Riempimento laterale

- L'area inferiore della trincea viene riempita con uno strato di 30 cm di ghiaia tonda 16/32 mm, sul quale viene steso un tessuto filtrante (geotessile con funzione filtrante). Per la scelta e la garanzia di qualità del geotessile filtrante, vedere la scheda tecnica 24 001-15103.
- Il materiale impiegato per il riempimento deve poter essere compattato. A questo fine risultano particolarmente adatte miscele non legate (*Ungebundene Gemische)* con una granulometria 0/16 fino a 0/45. È possibile utilizzare anche materiale proveniente dallo scavo della galleria, a condizione che risponda ai seguenti requisiti:
  - max. 30% di minerali rigonfianti (rocce argillose, tuttavia senza formazioni di Gipskeuper)
  - assenza di minerali solforati

  - idoneità del materiale certificata ai sensi della norma EN 13242 e corrispondente a una sabbia ghiaiosa.
- Durante il riempimento e la compattazione prestare attenzione a non dislocare gli elementi del canale tecnico. Adottare eventualmente misure costruttive di fissaggio.
- Il valore M_E alla quota del piano di posa deve raggiungere almeno 40'000 kN/m^2.

Strato di fondazione (strato di base di ghiaia)

- Per lo strato di base di ghiaia deve essere utilizzata ghiaia con granulometria 0-45 mm e con uno spessore minimo di 35 cm.

Impermeabilizzazione e drenaggio

- Gli elementi prefabbricati del canale tecnico vanno posati su un letto di malta.
- Il canale deve essere impermeabile.
- L'armatura statica esterna deve essere protetta dalla corrosione.
- In caso di elevata aggressività/esposizione il canale deve essere reso completamente impermeabile su tutta la superficie mediante membrane PBD (p.es. fino almeno 200 m dall'imbocco).
- In caso di bassa aggressività/esposizione e di andamento rettilineo, è sufficiente sigillare i giunti degli elementi prefabbricati del canale con un nastro idroespansivo sul lato frontale. In alternativa, i giunti degli elementi del canale possono essere impermeabilizzati dall'esterno con un nastro sigillante flessibile.
- Se la soletta del canale è progettata con un'armatura portante esterna agli appoggi per formare un incastro, queste zone sono da impermeabilizzare mediante membrane PBD.
- Le membrane PBD devono essere protette da danneggiamenti meccanici mediante uno strato di almeno 40 mm di asfalto fuso MA 8.
- Per consentire il deflusso dell'acqua d'infiltrazione, le sezioni della platea devono avere una pendenza trasversale di almeno il 2%. In direzione longitudinale l'acqua è raccolta da due canaletti di scolo posti all'esterno della sagoma limite per le persone.
- In considerazione delle condizioni d'esposizione il calcestruzzo armato deve soddisfare i seguenti requisiti minimi: copriferro (interno ed esterno) c_{min} = 40 mm risp. c_{nom} = 50 mm (per l'analisi strutturale), calcestruzzo Tipo F, classi d'esposizione XC4, XD3, XF2.

Uscite dallo spazio di transito al canale tecnico

- Il canale tecnico può servire da via di fuga, tuttavia deve essere soddisfatta almeno una tra le seguenti condizioni:
  - la galleria è composta da una sola canna
  - la realizzazione di uscite all'aperto è tecnicamente impossibile o eccessivamente onerosa
  - presenza di condizioni geologiche molto sfavorevoli, tali per cui un eventuale cunicolo di sicurezza parallelo comporterebbe rischi aggiuntivi eccessivi; in questi casi la galleria principale deve essere progettata con una forma circolare, affinché vi sia spazio anche per un canale tecnico
- La sagoma limite per la via di fuga deve avere una larghezza minima di 1.50 m e una altezza minima di 2.20 m (vedi Figura 3).

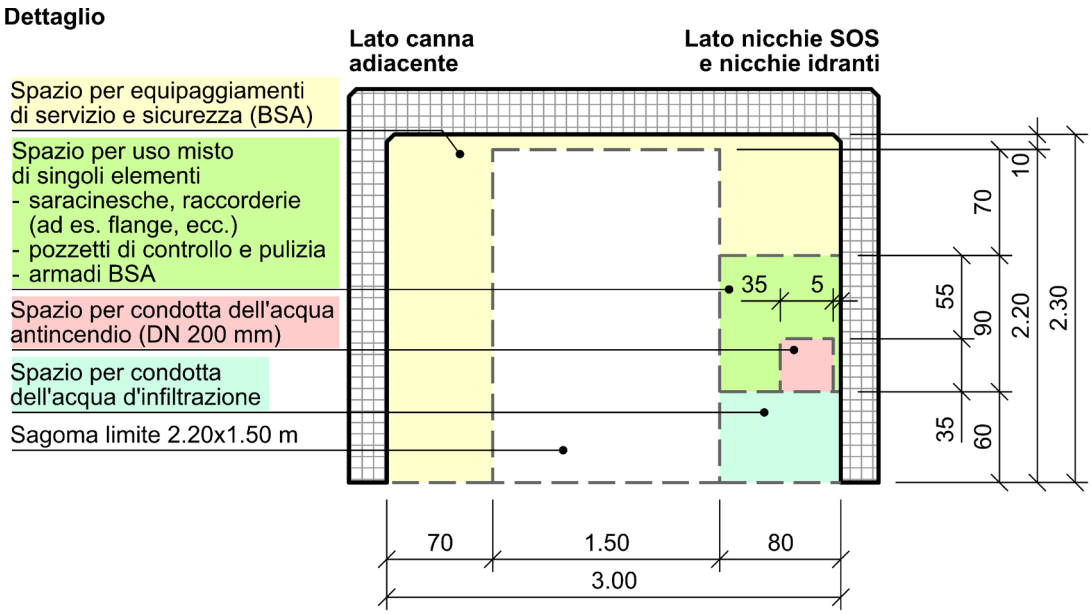


Figura 3: Sagoma limite di spazio libero nel canale tecnico (con utilizzo come via di fuga)

- Gli accessi al canale tecnico sono dotati di porte.
- La condotta per l'acqua d'infiltrazione nel canale tecnico (condotta a pelo libero) non deve trovarsi a lato degli accessi, poiché in tal caso non è possibile posarla a una maggiore profondità.
- Gli accessi al canale tecnico avvengono tramite scale; al riguardo vanno rispettate le disposizioni della norma SIA 197/2, punto 8.8.6. Le scale devono essere munite di corrimano. Al raccordo con il canale tecnico, le tubazioni devono essere dislocate in modo che sia garantito uno spazio libero largo 1.25 m e alto 2.00 m.

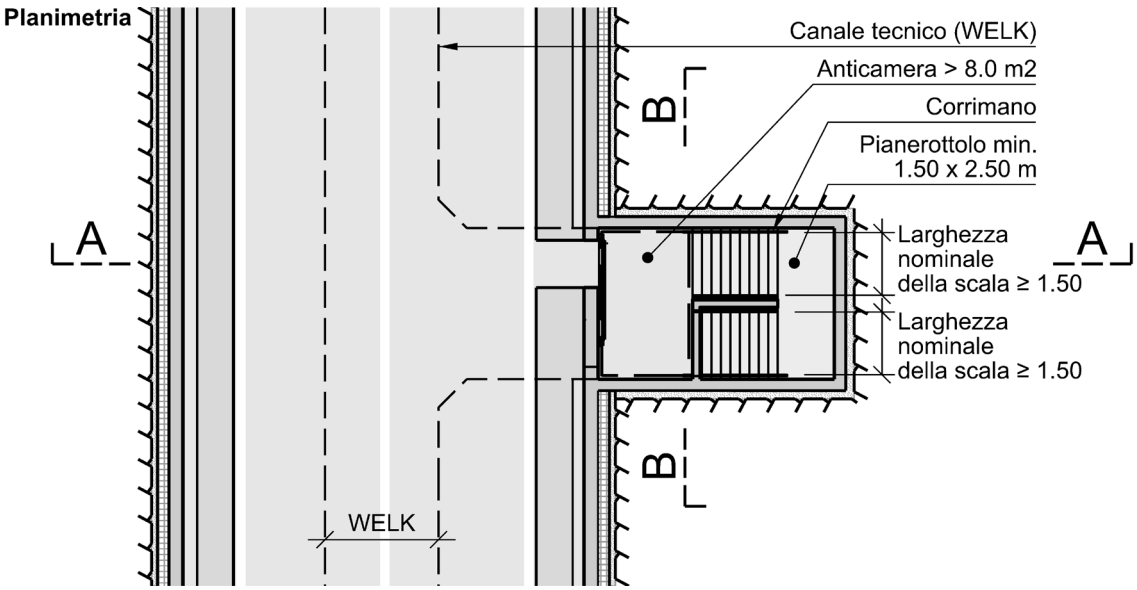


Figura 4: Accesso al canale tecnico - planimetria

Sezione A

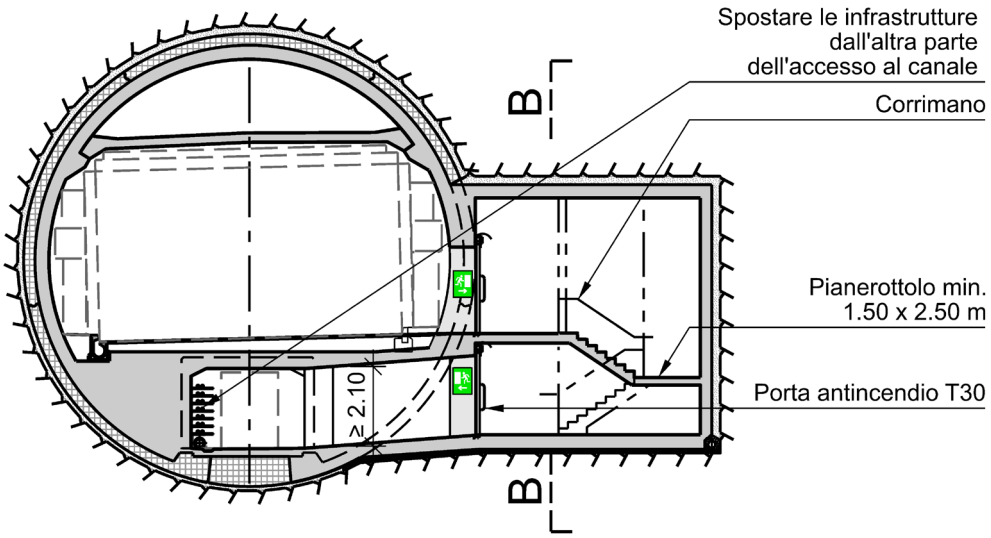


Figura 5: Accesso al canale tecnico - sezione longitudinale

Sezione B

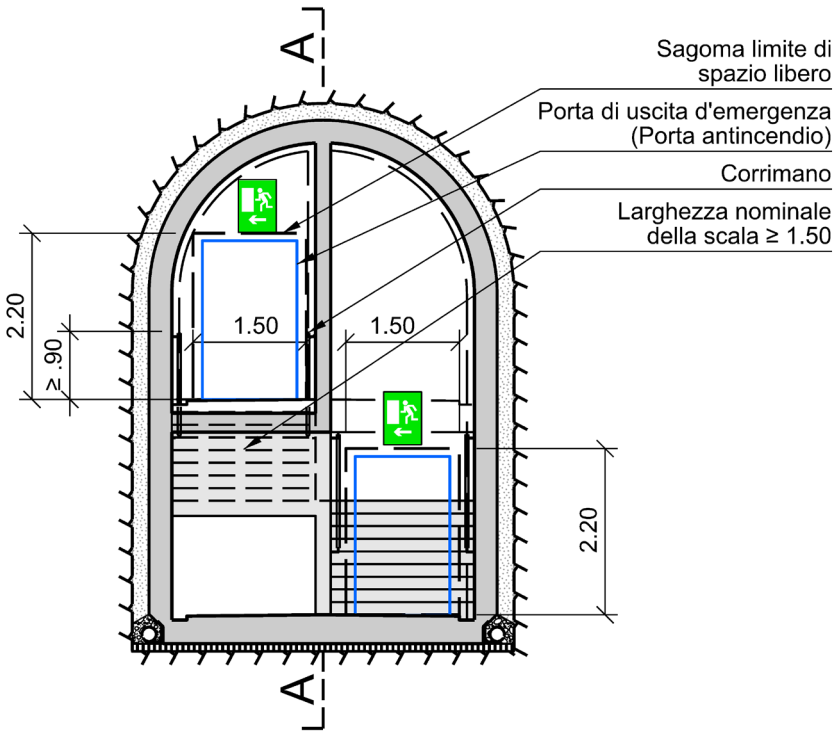


Figura 6: Accesso al canale tecnico - sezione trasversale

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 2052 Calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni (CFAP) – Materiali, dimensionamento ed esecuzione

SN EN 124-1 *Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Teil 1: Definitionen, Klassifizierung, allgemeine Baugrundsätze, Leistungsanforderungen und Prüfverfahren* (Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli – Parte 1: Definizione, classificazione, principi generali, requisiti di prestazione e procedure di prova)

SN EN 124-5 *Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Teil 5: Aufsätze und Abdeckungen aus Verbundwerkstoffen* (Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli – Parte 5: Dispositivi di coronamento e di chiusura in materiale composito)

SN EN 1433 *Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Beurteilung der Konformität* (Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni – Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità)

SN EN 13501-1 *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten* (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco)

VSS 40 366 *Strassenentwässerung; Aufsätze und Abdeckungen* (Drenaggio stradale; Dispositivi di coronamento e di chiusura)

VSS 40 464 *Betondecken – Prüfmethoden zur Bestimmung des Frost- und Frosttaumittel-widerstands* (Coperture in calcestruzzo – Metodi di prova per la determinazione della resistenza al gelo-disgelo)

Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

Scheda 24 001-10402 Banchine

Scheda 24 001-10406 Condotte circolari nella calotta

Scheda 24 001-10701 Approvvigionamento idrico antincendio

Scheda 24 001-10702 Nicchie per idranti

Scheda 24 001-10703 Nicchie SOS

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

I cavidotti di norma trovano impiego dove non è presente un canale tecnico. I tubi portacavi vuoti vengono inglobati nel calcestruzzo e sono così a disposizione per la posa di cavi elettrici e a fibra ottica.

Questi sistemi necessitano ad intervalli regolari di pozzetti di tiro per i cavi.

3. Requisiti

Cavidotti

- I cavidotti vanno collocati nelle banchine. Non sono ammessi nelle banchine profili ad U, cioè canali portacavi aperti nella parte superiore e provvisti di copertura.
- Il cavidotto deve essere disposto nella banchina in modo tale che anche i necessari pozzetti di tiro possano trovarsi nella banchina. Possono fare eccezione i cavidotti per linee di transito, a condizione che sia comunque sempre garantita la posa e l'eventuale sostituzione. I necessari pozzetti di tiro vanno in tal caso anch'essi alloggiati fuori dalla carreggiata.
- Nella maggioranza dei casi, la disposizione dei cavidotti è stabilita in funzione degli altri componenti presenti nella banchina, quali pozzetti di tiro, pozzetti sifonati, condotte e saracinesche per idranti, attraversamento di condotte circolari, ecc.
- I singoli tubi portacavi hanno un diametro nominale di 120 mm e per motivi antincendio non possono essere in PVC. Si sono dimostrati idonei tubi in PE-LD o PE-HD.
- Per i requisiti dei manicotti terminali, osservare le indicazioni del produttore.
- La distanza minima tra i singoli tubi deve essere pari al doppio del diametro massimo degli aggregati nel calcestruzzo o comunque minimo 50 mm.
- I fori di uscita dai pozzetti di tiro devono sempre essere disposti lateralmente e non sul fondo del pozzetto. Qualora ciò non fosse possibile, le estremità dei tubi portacavi devono sporgere di almeno 10 cm dal fondo del pozzetto.
- Il numero di tubi vuoti è in funzione del numero di condotte, nonché delle diverse tipologie previste. Previa consultazione con i progettisti del genio civile e degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA), l'USTRA decide in merito all'ubicazione e alla quantità di tubi vuoti da prevedere come riserva, in base al piano e al progetto. Per l'utilizzo di tali tubi è necessario prima consultarsi con l'USTRA.
- Per la definizione del numero di tubi vuoti possono essere determinanti anche eventuali restringimenti geometrici, dovuti alla posizione di pozzetti di tiro e pozzetti sifonati, saracinesche davanti agli idranti, condotte circolari, ecc. Nella maggioranza delle gallerie esistenti le banchine sono abbastanza larghe e profonde da consentire la posa di 6 tubi vuoti.
- In caso di cambio di direzione dei cavi (ad es. derivazioni laterali nelle condotte circolari o nicchie SOS), vanno rispettate le tolleranze per i raggi minimi di piegatura fornite dal produttore. A tale proposito si raccomanda inoltre di non utilizzare tubi vuoti di diametro ridotto o posati singolarmente.

- Nei tunnel esistenti con larghezza limitata della banchina, i blocchi di tubi vuoti per cavi possono essere adattati alle condizioni geometriche locali, consentendo l'adozione di geometrie ridotte o di disposizioni alternative. Tali adattamenti devono tuttavia garantire in ogni momento la funzionalità dei BSA, in particolare l'infilabilità, l'accessibilità e la sostituibilità dei cavi, nonché il rispetto dei requisiti costruttivi dell'opera, quali l'impermeabilità, la capacità portante e la durabilità.

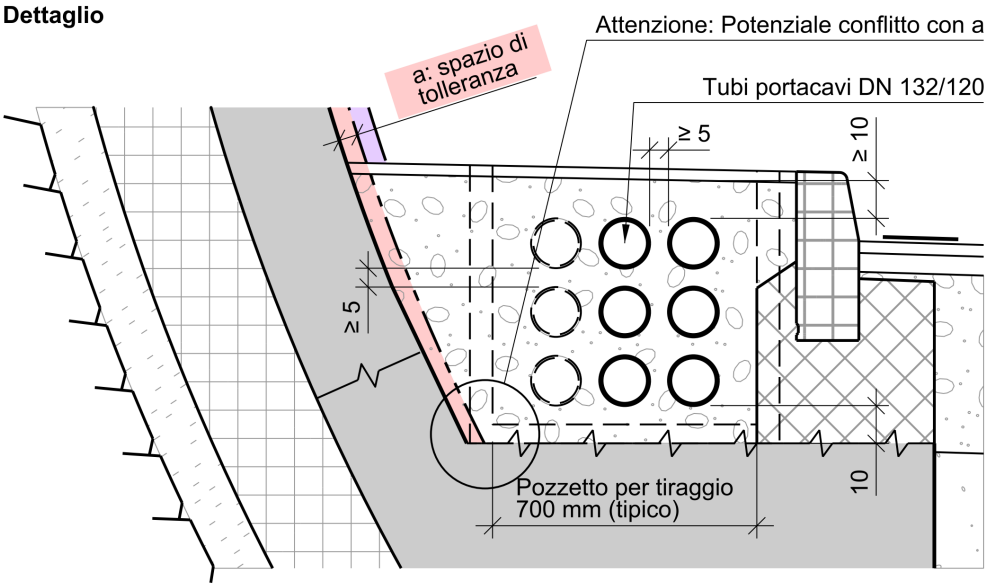


Figura 1: Disposizione tubi portacavi in condizioni ideali

Pozzetti di tiro

- La distanza tra i pozzetti di tiro dipende dalle tecnologie di inserimento dei cavi e dai requisiti di allacciamento (ad es. condotte circolari, nicchie SOS, ecc.). Al riguardo vanno rispettati anche i raggi di curvatura prescritti.
- I materiali utilizzati per realizzare i pozzetti di tiro e relative coperture devono rispondere almeno ai requisiti del gruppo di reazione al fuoco RF2 (reazione minima al fuoco):
  - classificazione ai sensi della norma EN 13501-1: classe A2-s1,d1, A2-s2,d0, A2-s2,d1, B-s1,d0, B-s1,d1, B-s2,d0, B-s2,d1, C-s1,d0, C-s1,d1, C-s2,d0 o C-s2,d1;
  - classificazione alternativa AICAA: indice di combustibilità (IC) 5.2 o 5.3.
- Per pozzetti di tiro prefabbricati, utilizzare solo materiali di alta qualità come calcestruzzo polimerico (PRC), calcestruzzo di alta qualità rinforzato con fibre d'acciaio, calcestruzzo armato resistente al gelo C30/37, XF2 (XC4, XD3) oppure CFAP (calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni).
- I pozzetti costruiti in opera devono essere realizzati in calcestruzzi resistenti al gelo di tipo CPN D (T1), calcestruzzo C25/30, XF2 (XC4, XD1).
- Pozzetti di tiro e relative coperture devono rispettare i seguenti requisiti minimi:

  - resistenza a flessotrazione > 20 N/mm² (in conformità con il quaderno tecnico SIA 2052)
  - resistenza elevata a gelo/disgelo e sali disgelanti (in conformità con norma SIA 261/1) o resistenza a gelo e sali disgelanti WFT-L > 80% (in conformità con norma VSS 40 464)
- Le coperture dei pozzetti devono essere carrabili (minimo classe di carico C 250) e fissate in modo ermetico per impedire che liquidi infiammabili possano penetrare nel pozzetto di tiro.
- Non è ammesso il posizionamento delle coperture dei pozzetti sulla carreggiata.
- Non sono ammessi i coperchi e telai in ghisa. Per gli impianti esistenti, valutare caso per caso se sia opportuno sostituire i coperchi in ghisa con la stessa tipologia.
- Le dimensioni usuali sono: 0,70 m (larghezza) x 1,40 m (lunghezza). Per dimensioni superiori a 0,90 m prevedere più elementi.
- La superficie dei coperchi deve essere antiscivolo, ad esempio con struttura zigrinata.
- Altre indicazioni sono riportate alla norma SN EN 124-1.
- Per il drenaggio dei pozzetti di tiro, l'acqua può essere convogliata nel letto stradale, a condizione che la quantità d'acqua infiltrante sia marginale (principalmente acqua di condensa).
- I pozzetti di tiro vanno collocati anche presso le nicchie SOS, facilitandone in tal modo l'alimentazione. In gallerie monocanna a doppio senso di marcia, le nicchie SOS sono situate alternativamente sui due lati della carreggiata. In questo caso i pozzetti di tiro possono essere disposti di fronte alle nicchie SOS, sul lato opposto della strada.

Verifica dell'installazione dei cavidotti

- Prima dell'inserimento dei cavi, è necessario verificare il diametro libero dei tubi per accertare la conformità ai valori richiesti (cosiddetta calibratura). La calibratura del cavidotto finito, eseguita utilizzando un apposito calibro (cilindro in legno o in plastica), deve dimostrare che i tubi
  - non presentano alcun impedimento o ostacolo
  - rispettano la tolleranza di diametro libero ammissibile.
- La tolleranza relativa al diametro del tubo è pari al 10%, cioè il diametro libero minimo di un tubo in materiale sintetico non può essere inferiore al 90% del diametro interno nominale $Ø_i$.

  Esempio: tubo in PE $Ø_i$ = 80 mm → il diametro del calibro richiesto è 72 mm e tale valore corrisponde al contempo al diametro libero minimo richiesto del tubo.

1. Riferimenti

Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10405 Blocchi portacavi e pozzetti di tiro

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-11002 Ventilatori longitudinali – Aspetti costruttivi

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le condotte circolari corrono attorno alla volta della calotta e collegano i blocchi portacavi situati generalmente su entrambi i lati. In presenza di un canale tecnico, le condotte circolari collegano analogamente i due lati del canale. Nella calotta devono essere previste delle cavità in diverse posizioni.

Le condotte circolari permettono di alimentare gli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza che si trovano nello spazio di transito, fissati alla calotta o alla soletta intermedia. Le condotte circolari, installate a distanze regolari, si sono dimostrate efficaci sotto molti aspetti.

In una galleria con soletta intermedia e un canale tecnico, a causa delle elevate differenze di pressione dovute all'aspirazione dell'aria possono svilupparsi notevoli perdite. Le condotte circolari e le relative cavità possono aumentare tali perdite, se questi elementi non sono sufficientemente stagni o isolati.

3. Requisiti

- Una **condotta circolare** può essere costituita da uno a quattro tubi singoli. Il numero di tubi dipende dalle necessità e dalla disposizione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza.
- La **distanza** tra le condotte circolari deve essere costante lungo l'intera lunghezza della galleria e comunque non superiore a 50 m. Questa distanza dipende in particolare anche dalla lunghezza delle sezioni di calcestruzzo del rivestimento.
- **Di norma**, nelle gallerie le condotte circolari vanno disposte ogni 50 m con due linee passanti e due linee di derivazione fino all'altezza h1. Non sono ammissibili condotte derivate o circolari disposte in modo non corrispondente a questo schema.
- Durante la progettazione, per assicurare la massima resistenza ai guasti e quindi un'alta affidabilità occorre prevedere quanto segue:
  - una distanza uniforme di 50 m tra le condotte circolari, conformemente alla disposizione delle nicchie SOS e delle vie di fuga
  - un numero uniforme di tubi con diametro uniforme per ciascuna condotta circolare
  - una disposizione uniforme delle cavità con una distanza uniforme tra i singoli tubi.

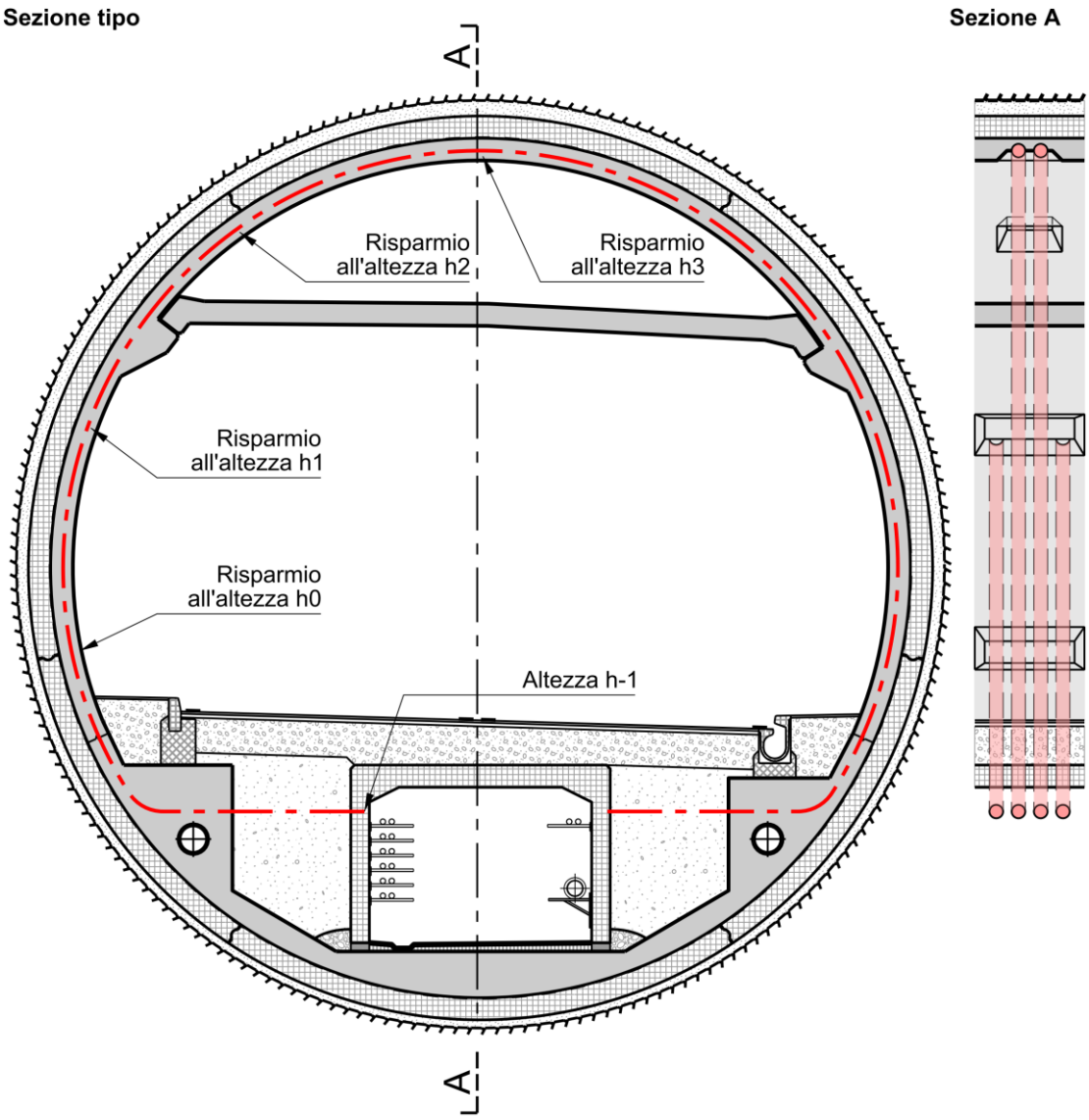


Figura 1: Tubi porta cavi di risalita in volta per una galleria senza canale tecnico

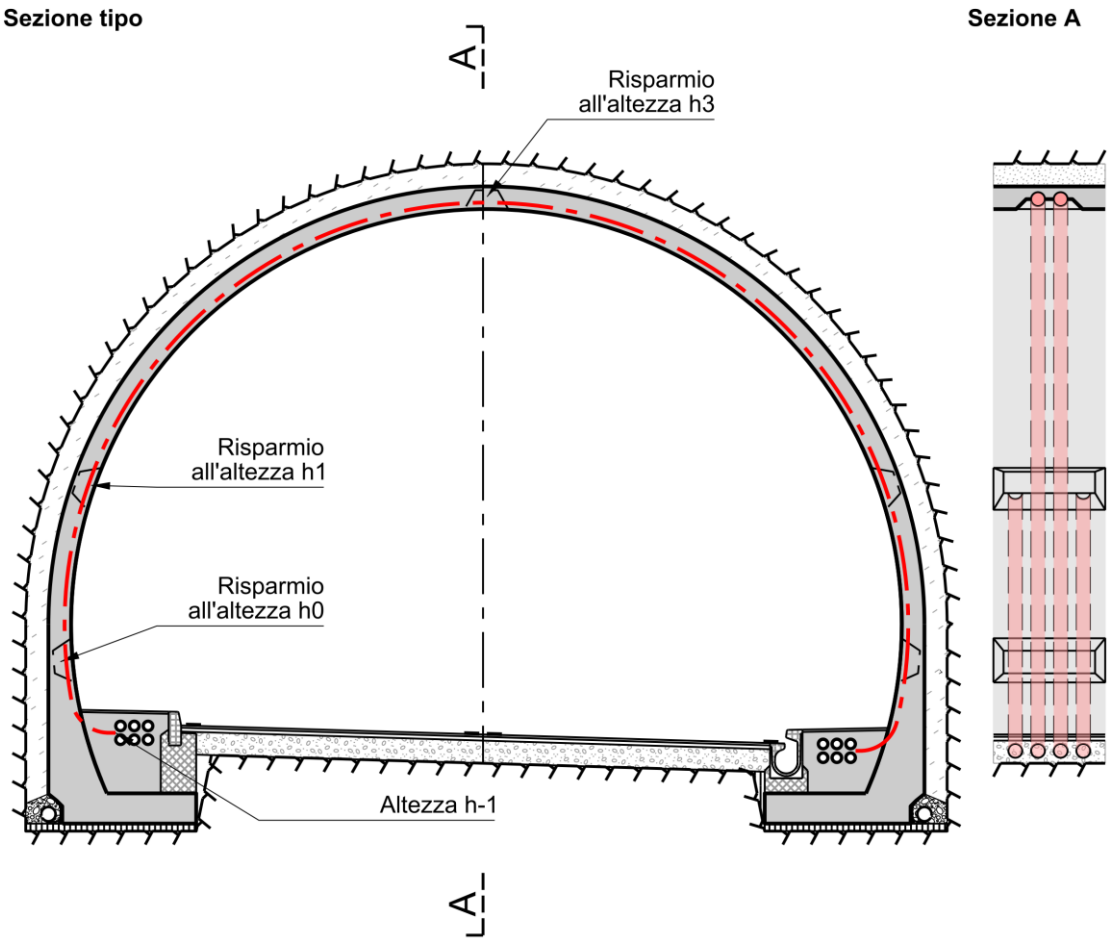


Figura 2: Tubi porta cavi di risalita in volta per una galleria con canale tecnico

- Le altezze h-1, h0, h1, h2, h3 designano cavità con punti di uscita dei cavi.
- Soluzioni con tubi in PE-LD o PE-HD hanno dato buoni risultati. Non è invece consentito l'uso di tubi in PVC a causa delle emissioni nocive corrosive e tossiche sviluppate in caso d'incendio.
- Le condotte circolari vanno fissate alla cassaforma. Al riguardo, assicurare un copriferro di almeno 70 mm e una distanza tra i tubi minima di 50 mm.
- Affinché i cavi possano essere tirati anche attraverso i tubi, il loro **diametro interno** Ø deve essere di almeno 40 mm, senza tuttavia superare i 100 mm, perché il calcestruzzo pompato ad alta pressione potrebbe provocare uno schiacciamento dei tubi. Si raccomanda l'utilizzo di tubi con diametro interno di 80 mm.
- Le dimensioni delle **cavità** devono essere tali da alloggiare tutti i tubi e da offrire abbastanza spazio per l'introduzione dei cavi. Orientativamente, per la posa di quattro tubi con diametro nominale di 80 mm, la cavità dovrebbe essere alta 30 cm e larga 55 cm. Al suo interno vi andranno collocati solo i tubi effettivamente utilizzati in quel punto per la posa dei cavi.

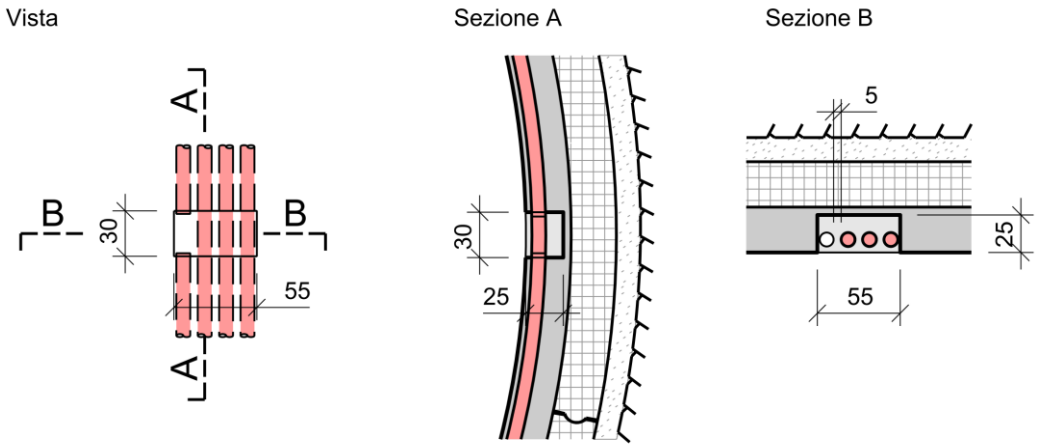


Figura 3: Cavità per tubi portacavi all'altezza h0 e h1

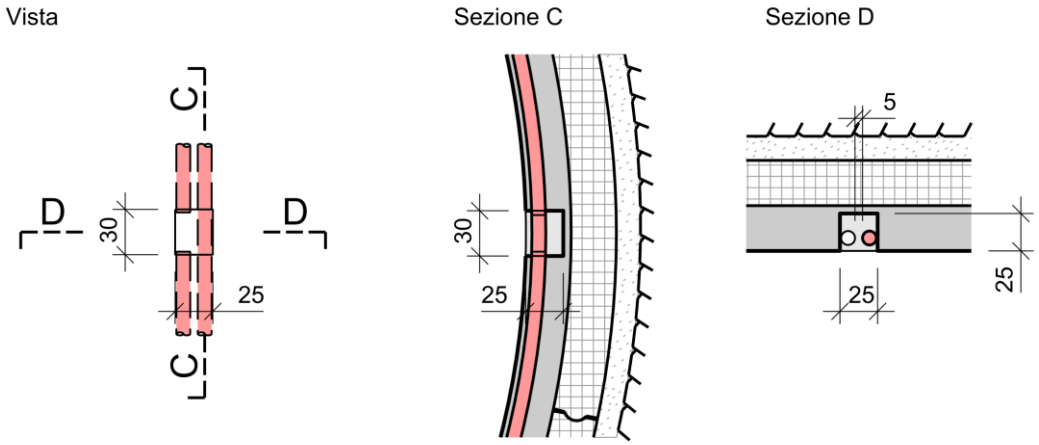


Figura 4: Cavità per tubi portacavi all'altezza h2 e h3

- In gallerie con soletta intermedia e canale tecnico, in caso d'incendio si sviluppano differenziali di pressione elevati tra lo spazio di transito, il canale di ventilazione e il canale tecnico. Le cavità sopra la soletta intermedia devono essere dotate di coperture ermetiche per evitare perdite. Al riguardo, tenere presente che tali coperture sono soggette a una pressione da 2.5 fino a 5 kN/m2 o superiore. Per il dimensionamento delle coperture, prendere in considerazione i valori riportati nella documentazione del sistema di ventilazione.
- Le condotte circolari non possono essere posate attraverso la soletta intermedia o i rispettivi appoggi. Sono permessi unicamente gli allacciamenti per l'alimentazione diretta delle serrande di ventilazione secondo la scheda tecnica 24 001-10202 "Soletta intermedia".

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prodotti, prove sui materiali e campi d'applicazione)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prodotti e prove sui materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 24 001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione

Scheda 24 001-10901 Variazioni di sezione

Scheda 24 001-15102 Protezione controterra di opere di sostegno

Scheda 24 001-15103 Drenaggio delle opere di sostegno

Scheda 22 001-12410 Lavori d'impermeabilizzazione (manuale tecnico Manufatti)

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La presente scheda tecnica riassume i principi generali in materia di impermeabilizzazione per la costruzione di gallerie ed è parte integrante delle schede dalla 24 001-10501 alla 10506.

L'impermeabilizzazione protegge il vano interno della galleria dall'acqua d'infiltrazione e dall'acqua freatica, nonché la struttura portante da possibili attacchi chimici e fisici da parte di componenti aggressivi presenti nell'acqua.

Il sistema di impermeabilizzazione di un'opera è definito sulla base dei requisiti di impermeabilità stabiliti e/o dei vincoli ambientali imposti.

La tabella seguente riporta per i diversi tipi di opere ed elementi costruttivi le schede tecniche corrispondenti o applicabili in riferimento all'impermeabilizzazione.

Tabella di riferimento per le schede tecniche relative all'impermeabilizzazione

Tipo di opera elemento costruttivo	**Acqua di infiltrazione e freatica**	**Principio di impermeabilizzazione**	**Tipo di impermeabilizz.**	**Materiali**	**N. scheda**
1. Gallerie					24 001-10500
1.1 Gallerie in sotterraneo					24 001-10500
Arco rovescio	non premente	scarico	-	drenaggio	24 001-10501
	premente	confinamento	imp. completa, drenaggio perdite	membr. sintetiche monostrato ≥ 3 mm	24 001-10502
Calotta	non premente	scarico	imp. a ombrello	membr. sintetiche monostrato ≥ 2 mm	24 001-10501
	premente	confinamento	imp. integrale	membr. sintetiche monostrato ≥ 3 mm	24 001-10502
1.2 Gallerie a cielo aperto					24 001-10500
Arco rovescio	non premente	scarico	-	drenaggio, evtl. con membr bentonitiche	24 001-10501
	premente	confinamento	imp. integrale, drenaggio perdite	membr. sintetiche monostrato ≥ 3 mm	24 001-10502
Pareti, solaio/calotta	non premente	scarico	imp. a ombrello	membr. sintetiche, BP, bentonitiche	24 001-10501
	premente	confinamento	imp. integrale	membr. sintetiche, BP, bentonitiche	24 001-10502
1.3 Canale tecnico					24 001-10404
Calcestruzzo della copertura	non premente	scarico	imp. a ombrello	membr. bitume-polimero	24 001-10404
Giunti di elem. prefabbricati	non premente	scarico	imp. con membrane	membr. sintetiche	24 001-10404
2. Opere secondarie					24 001-10500
Nicchie SOS e nicchie per idranti	come galleria	come galleria	come galleria	come galleria	24 001-10506
Piazzole d'emergenza	come galleria	come galleria	come galleria	come galleria	24 001-10506
Cunicolo di sicurezza e colleg. trasv. pedonale	come galleria	se possibile nessun rivestimento definitivo e impermeabilizzazione	come galleria	come galleria	24 001-10506
Colleg. trasv. pedonale tra 2 gallerie	come galleria	come galleria	come galleria	come galleria	24 001-10506
Collegamenti trasv. carrabili	come galleria	come galleria	come galleria	come galleria	24 001-10506
Locali tecnici, centrali di ventilazione	non premente o premente	confinamento	imp. completa, drenaggio perdite	membr. sintetiche monostrato ≥ 3 mm	24 001-10506
Elementi costr. in calcestruzzo armato	umidità, sostanze nocive	ricetta cls, protez. superficiale, protez. anticorrosione	cls imp., rivest. sup., leghe acciaio per cls	classe esposiz., cls imperm., cls armato, acciaio per cls INOX	24 001-10506
3. Opere di sostegno					24 001-10500
Muri/corpi di sostegno					24 001-15102
Muri in elevazione	acqua d'infiltrazione	protezione superficiale	rivestimento superficiale	cls armato, membr. sintetiche, membr. bentonitiche, cls imp.	24 001-15102
Giunti di muri	acqua d'infiltrazione	scarico	-	drenaggio	24 001-15102
Giunti di lavoro	acqua d'infiltrazione	protezione anticorrosione	imp. con membrane	membr. sintetiche, mebr. betonitiche	24 001-15102

Terminologia

Il **sistema di impermeabilizzazione** è l'insieme di tutti i componenti correlati che assicurano la funzione di impermeabilizzazione e comprendente una serie di strati interdipendenti con o senza collegamento con il sottofondo (sottofondo di calcestruzzo, strato di livellamento delle irregolarità, eventuale mano di fondo, strato di drenaggio, membrana impermeabilizzante, strato protettivo). Il sistema di impermeabilizzazione comprende anche i giunti, quali raccordi ed elementi terminali, passaggi, collegamenti, intestature, incroci, opzioni d'iniezione ecc.

Qualità dell'esecuzione

I sistemi d'impermeabilizzazione sono soggetti a danneggiamento soprattutto durante la costruzione della galleria. Poiché al termine dei lavori non è normalmente più possibile accedere ai sistemi di impermeabilizzazione, risulta praticamente impossibile correggere successivamente eventuali difetti costruttivi. Con la galleria in esercizio la sostituzione di tali sistemi è eccessivamente onerosa, né risulta possibile effettuarne il risanamento.

I pericoli di danni all'impermeabilizzazione possono dipendere da diversi fattori:

- messa in sicurezza dello scavo con calcestruzzo proiettato (eventualmente rinforzato con fibre in acciaio)
- sottofondo non preparato adeguatamente, con elementi costruttivi sporgenti, differenze di altezza, spigoli, ecc.
- posa dell'armatura per il rivestimento definitivo
- casserature frontali per giunti del rivestimento definitivo
- movimentazione e traffico di cantiere, con attività e manovre non corrette
- misure protettive e procedure insufficienti durante il riempimento e la copertura di opere o durante il ripristino dello stato finale.

3. Requisiti

Aspetti generali

- I requisiti relativi all'impermeabilità devono essere fissati nella convenzione d'utilizzazione.
- Riguardo ai requisiti di impermeabilità di un'opera, la norma SIA 270 distingue quattro **classi d'impermeabilità**, dove la classe 1 corrisponde a "completamente asciutto", la classe 2 a "da asciutto a leggermente umido", la classe 3 a "umido" e la classe 4 a "da umido a bagnato".
- La scelta del sistema di impermeabilizzazione dipende dalla geometria, dal sottofondo dell'opera e dal metodo di posa, così come dagli effetti causati dalla pressione dell'acqua e dalla relativa composizione chimica, nonché dalle possibili conseguenze in caso di danno.
- È necessario assicurare il coordinamento di tutte le misure di impermeabilizzazione attuate per l'opera nel suo complesso, comprendente la galleria e le strutture secondarie. L'impermeabilizzazione dell'opera deve essere affrontata globalmente per progettare un sistema di impermeabilizzazione integrato. A tal fine, è importante pianificare in dettaglio tutti i punti di raccordo e giunzione del sistema, prestando particolare attenzione alle

aree maggiormente esposte a infiltrazioni d'acqua, verificandone la corretta esecuzione in corso d'opera.

- Nella scelta del sistema di impermeabilizzazione, stimare i rispettivi rischi sulla base delle diverse sollecitazioni a cui la specifica opera è soggetta.
- Per l'impermeabilizzazione di gallerie in sotterraneo viene normalmente adottato un sistema di impermeabilizzazione monostrato.
- Nella costruzione delle strade nazionali, i sistemi di impermeabilizzazione a doppio strato, compartimentati, controllabili e reiniettabili non si sono dimostrati validi e si raccomanda pertanto di evitarne l'impiego nelle gallerie in sotterraneo e a cielo aperto.
- La decisione relativa all'approccio da utilizzare per il sistema di impermeabilizzazione (scarico oppure confinamento delle infiltrazioni) dipende dalle specificità del progetto e va analizzata e presa anche considerando le diverse tecnologie costruttive.
- La scelta del sistema di impermeabilizzazione per gallerie stradali costruite in sotterraneo ricade generalmente su tipologie flessibili che prevedono l'impiego di membrane impermeabilizzanti sintetiche.
- Nella costruzione delle strade nazionali, i sistemi di impermeabilizzazione a doppio strato, compartimentati, controllabili e reiniettabili, così come i materiali sintetici fluidi non si sono dimostrati validi e vanno pertanto evitati.
- Per la pianificazione e la realizzazione di gallerie a cielo aperto si applicano le norme SIA 270 – 274.
- Durante la pianificazione e la realizzazione è necessario osservare i requisiti stabiliti in relazione al sistema di impermeabilizzazione e verificarne l'applicazione durante l'esecuzione dell'opera.

Aspetti costruttivi

- Tutti i materiali ed elementi costruttivi utilizzati nel sistema di impermeabilizzazione devono essere tra loro compatibili e integrarsi per formare un sistema globale (ad es. membrane impermeabilizzanti, drenaggi e strati protettivi).

Sottofondo

- Secondo la norma SIA 272, Allegato 3, il sottofondo deve essere il più regolare possibile e privo di asperità spigolose o appuntite. Si dovrà assicurare che non sussistano rischi di danneggiamento, ad es. a causa di fibre d'acciaio sporgenti nel caso di calcestruzzo proiettato, così come di altri elementi aggettanti quali chiodi, ancoraggi, condotte per l'acqua, spigoli di conci prefabbricati e similari. Eventuali parti appuntite vanno rimosse e le asperità livellate con malta o calcestruzzo proiettato.
- I requisiti del sottofondo sono descritti nell'Allegato B della norma SIA 272 e devono essere rigorosamente rispettati.
- Durante le prove, ricordare che in fase di messa in opera del calcestruzzo si sviluppano a volte pressioni molto elevate, con conseguente compressione dell'impermeabilizzazione verso il sostegno dello scavo.

Membrane per impermeabilizzazione e protezione

- I giunti delle membrane impermeabilizzanti devono essere saldati ermeticamente a doppia pista, verificando i cordoni di collegamento ad ogni fase.
- Gli strati protettivi sulle membrane impermeabilizzanti devono essere posati al più presto dopo la verifica o il collaudo dell'impermeabilizzazione.

Realizzazione del rivestimento definitivo

- Durante la realizzazione del sistema di impermeabilizzazione, le membrane impermeabilizzanti devono essere fissate a superfici perpendicolari e sopratesta mediante nastro continuo o ancoraggi puntuali. Posare le membrane senza pieghe e con la massima aderenza al sottofondo. Il numero degli elementi di fissaggio va definito caso per caso.
- Le membrane impermeabilizzanti devono essere fissate al sottofondo essenzialmente senza penetrazione.
- Durante l'esecuzione dei lavori devono essere osservati i requisiti di sicurezza antincendio (in caso di incendio il manto sprigiona gas tossici). Il pericolo di danneggiamento dell'impermeabilizzazione è inoltre relativamente alto nell'area di avanzamento lavori. Per questi due motivi, i lavori per l'applicazione dell'impermeabilizzazione devono precedere la messa in opera del calcestruzzo del rivestimento definitivo di un tratto non superiore a 100 metri.
- Il cantiere deve essere fondamentalmente organizzato in modo che le superfici impermeabilizzate rimangano esposte ai pericoli del cantiere per il più breve tempo possibile. In queste aree, organizzare le zone di stoccaggio e il trasporto dei materiali in modo che non provochino danni all'impermeabilizzazione.

Raccordi

- I requisiti per il drenaggio e le condotte di drenaggio sono illustrati nella scheda tecnica 24 001-10601 "Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione".
- I giunti di raccordo secondari per elementi costruttivi speciali, quali nicchie, pozzetti, intersezioni, ecc., devono essere realizzati adottando misure di impermeabilizzazione adeguate e conformi ai requisiti normativi e monitorati con attenzione (vedi scheda tecnica 24 001-10506 "Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie").

Assicurazione della qualità

- L'esecuzione dei lavori di impermeabilizzazione deve essere descritta dettagliatamente nel sistema di assicurazione della qualità.
- Le misure di assicurazione della qualità devono essere attuate solo da specialisti qualificati, con conoscenze approfondite ed esperienza pratica nell'impermeabilizzazione delle gallerie e nella gestione della qualità.
- Le prove, i collaudi di accettazione o i collaudi finali per i lavori di impermeabilizzazione devono avvenire quando gli eventuali danni constatati possano ancora essere integralmente riparati in modo efficace.
- I collaudi devono essere eseguiti per fasi ed essere verbalizzati dalla Direzione lavori.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prodotti, prove sui materiali e campi d'applicazione)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prodotti e prove sui materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 24 001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione

Scheda 24 001-10901 Variazioni di sezione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

L'**impermeabilizzazione a ombrello** prevede lo scarico (drenaggio) delle infiltrazioni d'acqua, diversamente dall'impermeabilizzazione integrale che ne contempla il confinamento.

Un'impermeabilizzazione a ombrello impedisce che l'acqua d'infiltrazione possa penetrare attraverso la parte superiore del rivestimento definitivo. Nella zona dei piedritti della sezione della galleria, il sistema di impermeabilizzazione è collegato a una condotta di drenaggio che provvede a scaricare l'acqua d'infiltrazione. L'area dell'arco rovescio non è impermeabilizzata. Un'impermeabilizzazione a ombrello non è soggetta alla pressione idrica. Una va-

riante è rappresentata dall'impermeabilizzazione integrale circolare con condotta di drenaggio per il rilascio della pressione.

Le impermeabilizzazioni a ombrello richiedono normalmente una manutenzione più onerosa rispetto ai sistemi di impermeabilizzazione integrale, a causa delle necessarie condotte di drenaggio.

3. Requisiti

Aspetti costruttivi

- In base alle norme vigenti, la membrana impermeabilizzante per sistemi di impermeabilizzazione mediante **scarico** (cioè non soggetti a pressione idrica) deve avere uno spessore ≥ 2 mm.

Membrane per impermeabilizzazione e protezione

- Durante i lavori di costruzione, proteggere con coperture le membrane per impermeabilizzazione da eventuali danni (ad esempio, danni dovuti a posa incorretta dell'armatura nella calotta, presso le nicchie, i collegamenti trasversali, ecc. e durante il fissaggio di casserature frontali nei giunti trasversali della calotta).

Protezione sulla **faccia esterna**	Ad esempio, mediante materassino drenante precompresso con rivestimento in geotessile su un lato o idoneo telo bugnato
Protezione sulla **faccia interna**	Se non si possono escludere danni meccanici, è assolutamente necessario prevedere uno strato protettivo con membrane o materassini. In presenza di casserature frontali, per i giunti trasversali della calotta utilizzare una membrana protettiva analoga alla membrana per impermeabilizzazione.

Raccordi

- Nelle zone laterali dell'arco rovescio le membrane impermeabilizzanti vanno saldate alla condotta di drenaggio. I materiali utilizzati devono essere idonei e compatibili tra loro.

Condotte di scarico dell'acqua e drenaggi

- L'impermeabilizzazione e il sistema di drenaggio devono essere completamente integrati. I requisiti delle condotte di drenaggio sono descritti nella scheda tecnica 24 001-10601.
- I materassini drenanti devono presentare un grado di rigidità tale da resistere all'assestamento della calotta in direzione radiale, in particolare in caso di ammasso roccioso spingente.
- Oltre alla saldatura dell'impermeabilizzazione con la condotta di drenaggio si raccomanda di controllare in special modo l'esecuzione a regola d'arte dei raccordi in caso di attraversamento di elementi (ad es. pozzetti di spurgo, ecc.).
- In caso di pericolo di acqua d'infiltrazione premente dal fondo (ad es. nell'arco rovescio, in elementi costruttivi come le platee in nicchie SOS, cunicoli trasversali, ecc.), vanno previsti sistemi di drenaggio sull'intera superficie, quali strati di ghiaia drenante, materassini drenanti o teli bugnati, incluse eventuali perforazioni di drenaggio.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prodotti, prove sui materiali e campi d'applicazione)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prodotti e prove sui materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 24 001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione

Scheda 24 001-10901 Variazioni di sezione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

L'**impermeabilizzazione integrale** si basa sul principio del confinamento, in base al quale le acque freatiche e d'infiltrazione non vengono scaricate, ma viene posato un sistema di impermeabilizzazione che provvede a proteggere l'intera opera dall'acqua premente o non premente. Nella pratica, si applica un'impermeabilizzazione integrale resistente alla pressione idrica solo in caso di rivestimento doppio.

Nei casi di impermeabilizzazione integrale, a causa della pressione idrica elevata, anche un minimo danno alle membrane impermeabilizzanti può determinare la comparsa di vaste aree umide e bagnate. L'acqua d'infiltrazione può così estendersi su vaste superfici e penetrare nello spazio di transito della galleria attraverso i punti critici nella calotta.

Anche in caso di impermeabilizzazione integrale ben progettata ed eseguita, per esperienza si raccomanda di prevedere comunque un drenaggio per lo scarico di eventuali perdite d'acqua come misura preventiva di sicurezza.

3. Requisiti

Aspetti generali

- A causa della possibile pressione elevata dell'acqua, i sistemi di impermeabilizzazione integrale sono relativamente vulnerabili e i rischi devono essere contrastati con misure costruttive supplementari (scarico delle perdite d'acqua e altri accorgimenti).

Aspetti costruttivi

- In base alle norme vigenti, la membrana impermeabilizzante per sistemi di impermeabilizzazione mediante **confinamento** (cioè soggetti alla pressione idrica) deve avere uno spessore ≥ 3 mm.

Membrane per impermeabilizzazione e protezione

- Durante i lavori di costruzione, proteggere con coperture le membrane per impermeabilizzazione da eventuali danni (ad esempio, danni dovuti a posa incorretta dell'armatura nella calotta, presso le nicchie, i collegamenti trasversali, ecc. e durante il fissaggio di casserature frontali nei giunti trasversali della calotta).

Protezione sulla **faccia esterna**	Geotessile di protezione (senza elementi di drenaggio)
Protezione sulla **faccia interna**	Se non si possono escludere danni meccanici, è assolutamente necessario prevedere uno strato protettivo con membrane o materassini. In presenza di casserature frontali, per i giunti trasversali della calotta utilizzare una membrana protettiva analoga alla membrana per impermeabilizzazione.

Sistema di scarico delle perdite d'acqua

Nei sistemi di impermeabilizzazione integrale, le misure di protezione e prevenzione sono essenziali per assicurare un'alta resistenza alla pressione esercitata dall'acqua.

- Per un efficace sistema di impermeabilizzazione, valutare le possibili perdite d'acqua nella galleria già in fase di pianificazione e progettazione.
- In caso di pressioni idriche relativamente elevate (a partire da 0.5 bar) o un'alta permeabilità dell'ammasso roccioso con marcate infiltrazioni d'acqua, prevedere nell'area dell'arco rovescio una condotta di drenaggio. Occorre inoltre pianificare un numero sufficiente di raccordi e pozzetti per la pulizia della condotta.
- Sulla facciata asciutta, prevedere strati di drenaggio adeguati, nonché tubi di drenaggio ed elementi di scarico (ad es. canalette), affinché l'eventuale acqua possa defluire, nei limiti del possibile, a caduta libera senza pressione.

- Quale misura combinata di protezione e drenaggio si consiglia di applicare sulla facciata interna del sistema di impermeabilizzazione una serie di fogli bugnati, che dovranno essere posati e uniti in modo che durante la messa in opera del calcestruzzo nello spazio drenante non possa penetrare alcuna goccia di latte di cemento.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prodotti, prove sui materiali e campi d'applicazione)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prodotti e prove sui materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

SN EN 13491 *Anforderungen Geosynthetische Dichtungsbahnen - Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Tunneln und Tiefbauwerken erforderlich sind* (Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego come barriere ai fluidi nella costruzione di gallerie e di strutture in sotterraneo)

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 22 001-12410 Lavori d'impermeabilizzazione (manuale tecnico Manufatti)

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

I requisiti specifici delle membrane per impermeabilizzazione sono stabiliti nelle citate norme relative a sistemi e prodotti.

La scelta e l'applicazione di membrane impermeabilizzanti dipendono dal tipo di opera, dalle sollecitazioni a cui è soggetta, dalle condizioni a contorno, dalla presenza di raccordi e passaggi e così via.

Le membrane per impermeabilizzazione utilizzate si differenziano in base al tipo di galleria, come segue:

- per gallerie in sotterraneo — membrane impermeabilizzanti sintetiche
- per gallerie a cielo aperto — membrane impermeabilizzanti sintetiche
membrane impermeabilizzanti bitume-polimero
membrane impermeabilizzanti bentonitiche

Le **membrane impermeabilizzanti sintetiche** flessibili sono impiegate sia nelle gallerie in sotterraneo, sia in quelle a cielo aperto. Vengono utilizzati principalmente tre gruppi di materiali: plastomeri, elastomeri ed elastomeri termoplastici. Gli spessori di queste membrane variano in base alle sollecitazioni e ai requisiti e sono compresi tra 1 e 4 mm.

Le **membrane impermeabilizzanti bitume-polimero** sono impiegate per gallerie a cielo aperto e per opere secondarie in gallerie in sotterraneo, ad es. per canali tecnici (WELK). I polimeri contenuti in queste membrane sono generalmente plastomeri (ottime caratteristiche di saldatura) ed elastomeri (elevata elasticità).

Le **membrane impermeabilizzanti bentonitiche** vengono impiegate praticamente solo per gallerie a cielo aperto. In queste membrane, come materiale impermeabilizzante viene principalmente utilizzata la bentonite, che contrariamente ai geotessili spesso impiegati come materiale di supporto non è a filtro stabile.

3. Requisiti

- Le membrane utilizzate per l'impermeabilizzazione delle gallerie devono essere flessibili, facili da applicare, resistenti a sollecitazioni meccaniche e chimiche, nonché durevoli e resistenti all'invecchiamento.
- Le membrane per l'impermeabilizzazione di gallerie a cielo aperto devono inoltre essere caratterizzate da una buona stabilità dimensionale. A seconda della copertura e della vegetazione, occorre considerare in particolare la resistenza del sistema alle radici (impermeabilizzazione e strato protettivo).
- Per i lavori d'impermeabilizzazione con membrane impermeabilizzanti bitume-polimero, la scheda tecnica 22 001-12410 (manuale tecnico Manufatti) fornisce indicazioni integrative al riguardo.
- La scelta del materiale per l'impermeabilizzazione dipende principalmente dalla durata richiesta per l'opera, dalle condizioni idrogeologiche e dalla composizione delle acque d'infiltrazione e freatiche circostanti.
- Nella determinazione dei requisiti e nella scelta delle membrane impermeabilizzanti è necessario prendere in considerazione non soltanto i criteri riguardanti la facilità di applicazione e la durata, ma anche i rischi e gli effetti di un eventuale incendio durante la costruzione della galleria e in esercizio.

1. Riferimenti

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prodotti, prove sui materiali e campi d'applicazione)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prodotti e prove sui materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

I sistemi d'iniezione possono ridurre i costi per la realizzazione di un'opera con sistema di impermeabilizzazione funzionale e l'eliminazione di problematiche ricorrenti (infiltrazioni).

I sistemi d'iniezione servono principalmente al riempimento a posteriori di punti non più stagni. Per l'iniezione vengono utilizzati prodotti minerali o prodotti sintetici.

Normalmente l'iniezione viene eseguita nei seguenti punti:

- fessure
- giunti di lavoro con nastri impermeabilizzanti
- settori del sistema di impermeabilizzazione.

In questa scheda non verrà esaminata in ulteriore dettaglio l'iniezione di fessure, perché si tratta generalmente di una misura di risanamento molto specifica e da stabilire in funzione del singolo caso.

Per quanto riguarda i giunti di lavoro, l'iniezione eseguita con tubi flessibili può essere utile per il consolidamento di singoli elementi impermeabilizzanti.

Tubi per la reiniezione di calcestruzzo nell'area della calotta e dispositivi per l'iniezione nell'intercapedine del colmo della calotta consentono di ottenere una superficie esterna (facciata esposta all'ammasso roccioso) impermeabilizzata e resistente all'assestamento.

3. Requisiti

Aspetti generali

- Le iniezioni preventive pianificate e quelle eseguite a posteriori in caso di danneggiamento devono essere stabilite nell'ambito di un piano globale.
- I sistemi di impermeabilizzazione estesi di tipo iniettabile e reiniettabile non si sono dimostrati efficaci nella costruzione di gallerie per le strade nazionali e in linea di massima non sono pertanto più consentiti.
- In linea di principio, l'impermeabilizzazione dei giunti di lavoro in gallerie in sotterraneo è consentita solo in casi eccezionali giustificati (ad es. in centrali tecniche delle gallerie in presenza di possibili perdite con conseguenze di vasta portata non sostenibili).

Aspetti costruttivi

- Per poter eseguire in casi eccezionali debitamente giustificati la reiniezione di giunti di lavoro, questi devono essere preventivamente equipaggiati in tal senso (inserimento di tubi flessibili per iniezione a pressione controllata).

Assicurazione della qualità

- Le misure di assicurazione della qualità sono obbligatoriamente necessarie e devono comprendere, oltre al monitoraggio dei materiali utilizzati per le iniezioni, anche la realizzazione del sistema di impermeabilizzazione in cantiere con tutte le interfacce di ordine superiore.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prodotti, prove sui materiali e campi d'applicazione)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prodotti e prove sui materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Oltre all'impermeabilizzazione della galleria vera e propria, spesso è necessario provvedere all'impermeabilizzazione e al drenaggio di numerose opere secondarie, che a volte presentano requisiti particolari. Questo riguarda opere ed elementi costruttivi quali:

- nicchie SOS e nicchie per idranti
- piazzole d'emergenza
- collegamenti trasversali carrabili e pedonali
- locali tecnici, centrali di ventilazione

- drenaggio dell'acqua d'infiltrazione (sistema di scarico dell'acqua d'infiltrazione).

Una particolarità delle opere secondarie è che normalmente si trovano fuori dallo spazio di transito della galleria, in termini planimetrici e altimetrici. Tale aspetto risulta particolarmente rilevante per lo scarico sicuro delle acque di drenaggio e d'infiltrazione.

3. Requisiti

Aspetti generali

- Per le **misure di impermeabilizzazione** in opere secondarie valgono fondamentalmente gli stessi requisiti di quelle adottate per la galleria. Al riguardo, osservare le schede tecniche relative all'impermeabilizzazione da 24 001-10500 a 506.
- **Misure di protezione per elementi costruttivi in calcestruzzo armato** esposti a umidità elevata, a sostanze nocive, all'azione di cloruri o all'attacco di cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti e con requisiti di durata elevati sono ad esempio:
  - selezione di tipi di calcestruzzo con una classe d'esposizione elevata (XC, XD, XF) e copriferro adeguato per l'armatura del calcestruzzo, secondo la direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)
  - trattamento idrorepellente a lunga durata della superficie del calcestruzzo con vernice protettiva (vernice epossidica, malta fine permanente), fanghi sigillanti o rivestimento spesso/sottile
  - utilizzo di acciaio d'armatura nervato con un'alta resistenza alla corrosione nello strato più esterno dell'armatura (ad es. X2CrNi12 / EN n. mat. 1.4003), oppure acciaio d'armatura inossidabile altolegato CrNi (ad es. X2CrNiN23-4 / EN n. mat. 1.4362 duplex, > 2.0 % Ni, con Mo)
- Per le **misure di drenaggio** in opere secondarie valgono fondamentalmente gli stessi requisiti di quelle adottate per la galleria. Osservare al riguardo la scheda 24 001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione.

Sistema di scarico delle perdite idriche

Le misure di protezione e prevenzione sono aspetti essenziali per i sistemi di impermeabilizzazione integrale a tenuta di pressione idrica. Queste vengono descritte nella scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale.

Misure di riduzione dei depositi di natura calcarea

- In linea di massima, osservare al riguardo la scheda 24 0001-10601 Condotta per acqua di drenaggio e infiltrazione.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Informazioni generali

Un corretto funzionamento delle condotte di drenaggio e di raccolta dell'acqua di infiltrazione è fondamentale per evitare pressioni idriche e ha inoltre un impatto diretto sui costi di manutenzione, nonché sulla disponibilità e la durata d'utilizzazione della galleria.

I depositi di natura calcarea nelle condotte rappresentano spesso la principale causa di danni e ostruzioni nel sistema di drenaggio. Anche le sollecitazioni meccaniche esercitate sulle condotte durante la pulizia possono provocare danni.

Per prevenire o ridurre i depositi di natura calcarea è possibile adottare le seguenti misure:

- riempimento delle condotte di drenaggio
- sifonaggio delle condotte di drenaggio nelle nicchie di cacciata
- deflusso separato delle acque con diversa composizione chimica
- condizionamento dell'acqua mediante stabilizzatori di durezza di tipo liquido o solido.

3. Requisiti

Informazioni generali

- Per il progetto della galleria è necessario attestare dettagliatamente le condizioni dell'acqua di infiltrazione, accertando anche il potenziale incrostante. Se tale potenziale può essere rilevato in modo affidabile solo durante l'avanzamento dello scavo, il sistema di drenaggio va pianificato in modo da poter essere adattato senza problemi in qualsiasi momento all'effettivo potenziale incrostante rilevato.
- Il sistema di drenaggio deve essere in grado, da un lato, di contrastare efficacemente i depositi calcarei già nel processo di formazione e, dall'altro, di offrire condizioni che favoriscano una manutenzione semplice e razionale. La progettazione del sistema di drenaggio per l'acqua di infiltrazione necessita quindi di un approccio globale.

- Occorre prestare particolare attenzione ai materiali usati congiuntamente al cemento Portland o Portland al calcare (calcestruzzo proiettato, iniezioni, malta di ancoraggio, calcestruzzo di riempimento nell'arco rovescio ecc.).
- Le condotte di drenaggio vanno coperte con uno strato drenante di ghiaia tonda (ad es. 6/32 o 30/50) senza aggiunta di cemento. Non è consentito l'impiego di calcestruzzo drenante.
- Le condotte di drenaggio non devono irrigare rocce ricche di minerali rigonfianti e in questo caso non vanno riempite.
- All'interno della condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione, a seconda della zona, possono mescolarsi acque con un diverso grado di mineralizzazione, che interagiranno tra loro dando luogo a precipitati. In questo caso può essere consigliabile captare e convogliare separatamente le diverse acque di infiltrazione.

Condizionamento dell'acqua

- Affinché sia possibile un condizionamento con stabilizzatore liquido, il sistema di drenaggio della galleria deve soddisfare determinati requisiti:
  - Il flusso idrico deve essere continuo e ininterrotto, cioè la condotta di drenaggio deve essere priva di perdite, diramazioni o deviazioni del flusso (ai fini di un corretto dosaggio).
  - Il grado di mineralizzazione dell'acqua di drenaggio deve essere costante per l'intera lunghezza del tratto di drenaggio da stabilizzare e può subire solo lievi oscillazioni nel corso dell'anno.
  - Normalmente, infatti, uno stabilizzatore di durezza liquido non permette di contrastare marcate incrostazioni o situazioni anomale localizzate.
  - È ammesso solo un carico biologico limitato dell'acqua di drenaggio. La quantità di acqua di drenaggio non può aumentare marcatamente lungo la condotta; in caso contrario all'inizio della condotta sarebbe necessario un tenore troppo elevato di condizionante nell'acqua. A causa delle attività biogene, un eccessivo condizionamento può portare a una infestazione in corrispondenza dei punti di dosaggio, perché i condizionanti hanno buone proprietà biodegradabili.
  - L'ingombro di un impianto di dosaggio comprensivo di allacciamento elettrico (CA 250 V~) è pari a 1,5 × 1,5 × 2,0 m (inclusi scatola di distribuzione, serbatoio del liquido di dosaggio, vasca di raccolta, collegamento elettrico, presa d'acqua ecc.).
- In caso di condizionamento con stabilizzatore solido, è possibile ignorare gran parte dei requisiti sopra prescritti per il condizionamento dell'acqua con stabilizzatore liquido.
- Nel condizionamento con stabilizzatore solido il principio attivo viene ripartito in forma di pastiglie a livello decentrato, presso tutti i punti accessibili nel sistema di drenaggio (nicchie di cacciata, canalette di scolo, strato drenante ecc.). La dissoluzione dipende dalla quantità di acqua presente e può quindi variare.
- In seguito alla loro completa dissoluzione, le pastiglie devono essere rimpiazzate. Il loro impiego in strati drenanti è quindi molto limitato contrariamente ai condizionanti in forma liquida.

Condotta di drenaggio

- Le condotte di drenaggio devono avere un diametro minimo di DN 200 mm. La scelta di tubi in PE-HD o PP si è rivelata idonea. Non è invece ammesso l'uso di PVC.
- Per assicurare una buona resistenza alle incrostazioni calcaree a lungo termine, le aperture di drenaggio vanno configurate come fessure. La realizzazione delle fessure per i tubi a drenaggio parziale non deve indebolirne le caratteristiche statiche.
- La superficie di deflusso costituita dalle fessure deve essere di minimo 100 cm^2 / m di tubo. Le fessure sono larghe ≥10 mm. Occorre fare in modo che non possa cadere alcun granello di ghiaia dallo strato drenante nella condotta di drenaggio.
- I tubi a drenaggio parziale sono normalmente provvisti di fessure su 1/3 – 2/3 della circonferenza. In tubi fino a DN 250 mm, la lunghezza massima delle singole fessure è pari a un 1/8 della circonferenza, mentre in tubi di diametro maggiore le fessure possono essere lunghe massimo 1/10 della circonferenza. Sono possibili deroghe motivate per misure superiori sulla base dello specifico progetto.
- Sbavare i tubi sul lato interno in corrispondenza dei bordi delle fessure e delle giunzioni.

Dettaglio

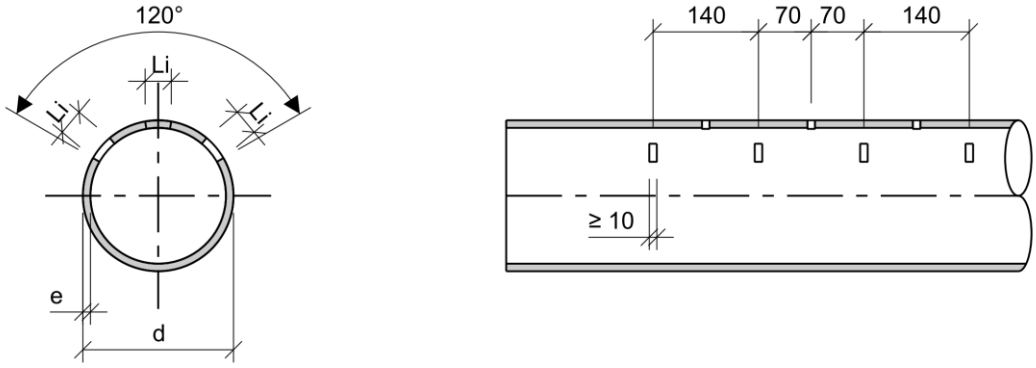


Figura 1: Condotta di drenaggio

Drenaggio nella zona dei piedritti (paramento)

- La condotta di drenaggio viene spesso posata nella zona dei piedritti. In linea di principio, va collocata al di fuori del rivestimento definitivo o dell'arco rovescio, senza ridurne le rispettive sezioni.
- Qualora vengano integrate centine d'acciaio durante la fase di scavo, questo requisito può determinare un indebolimento indesiderato nella zona dei piedritti. In questo caso è possibile posare la condotta di drenaggio sul lato interno delle centine d'acciaio, a condizione che il rivestimento definitivo o l'arco rovescio vengano commisuratamente rinforzati.
- In caso di venute d'acqua puntuali, l'acqua deve essere raccolta e fatta defluire con mezzi idonei (semigusci, materassini drenanti ecc.).

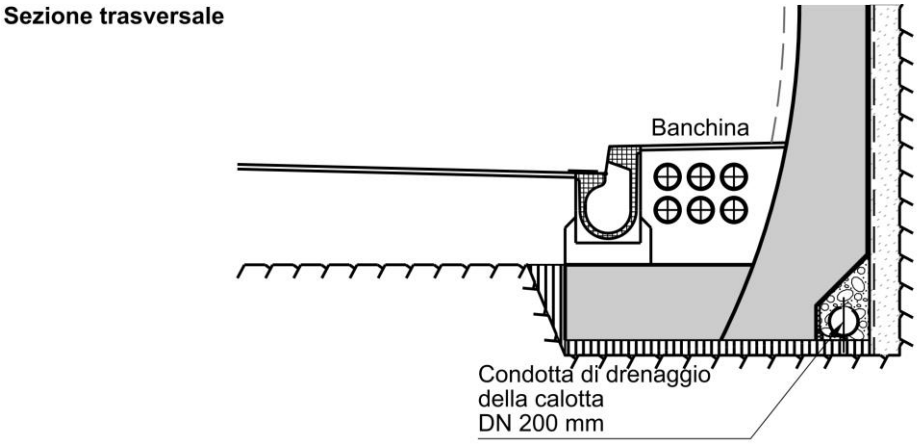


Figura 2: Posizione per il drenaggio della volta

Nicchie di cacciata

- Lungo la condotta di drenaggio, prevedere delle nicchie di cacciata nel rivestimento definitivo, collocate a una distanza di massimo 75 m l'una dall'altra (al di fuori della banchina). Le dimensioni di queste nicchie di cacciata devono essere tali da permettere l'uso delle più comuni apparecchiature di manutenzione (strumenti di pulizia idromeccanici e meccanici, telecamere di ispezione ecc.).
- Le bocche dei tubi dei sifoni rivolte verso il basso costituiscono un ostacolo strutturale per la pulizia dei tubi. Per questo motivo i gomiti dei tubi di convogliamento nel pozzetto devono poter essere rimossi velocemente e con facilità.
- Dimensioni minime della bocca del pozzetto di cacciata in una nicchia di cacciata:

  Lunghezza $\geq$ 0,80 m

  Larghezza $\geq$ 0,50 m
- Specifiche del materiale
  - Pozzetto in calcestruzzo gettato in opera: esecuzione in calcestruzzo NPK D (T1), C25/30, XC4, XF1, XA1, Dmax32 o calcestruzzo polimerico.
  - Gli sportelli e i telai delle nicchie devono essere realizzati in materiali resistenti alla corrosione.

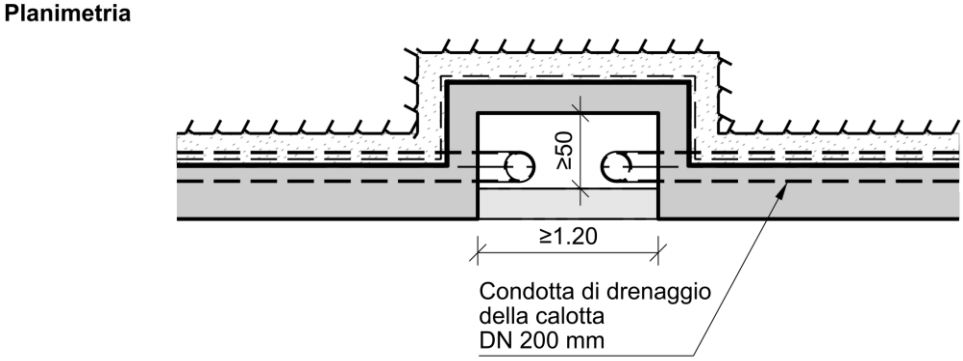


Figura 3: Nicchie di cacciata pianta

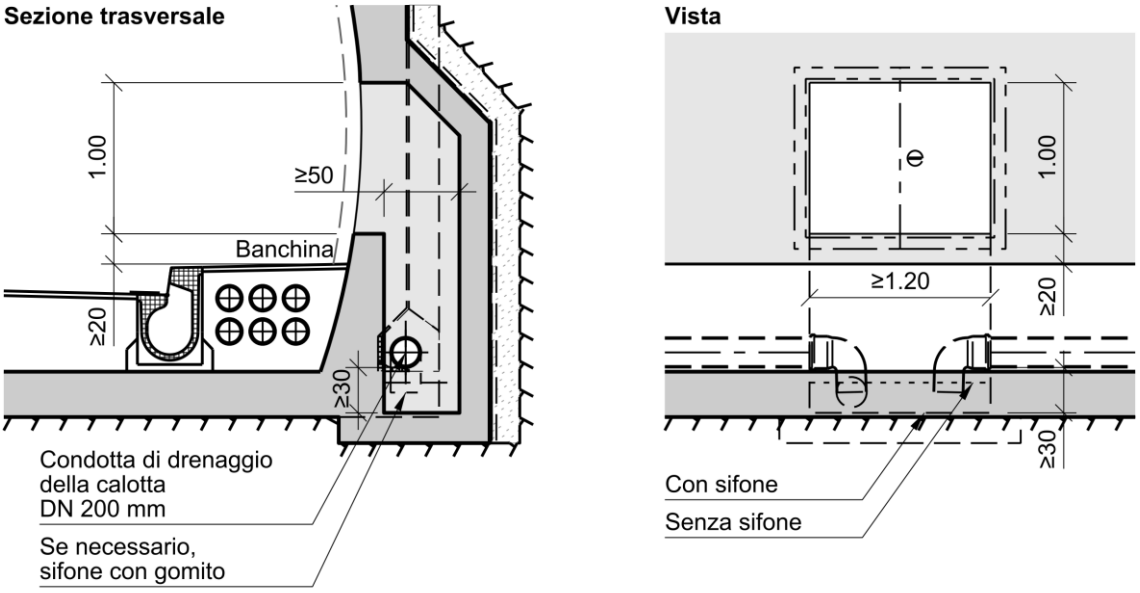


Figura 4: Nicchie di cacciata sezione e vista

Figura 5: Esempio di una nicchia di spurgo

Condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione

- Collegare la condotta di drenaggio alla condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione a distanze regolari di massimo 75 m.
- Le condotte di raccolta dell'acqua di infiltrazione devono avere un diametro minimo di DN 200 mm. La scelta di tubi in PE-HD o PP si è rivelata idonea. Non è invece ammesso l'uso di PVC.
- Se è presente un canale tecnico, posare la condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione in tale canale, altrimenti nell'area della banchina.
- In caso di copiose venute d'acqua di infiltrazione, è possibile convogliare l'acqua anche tramite una condotta nel cunicolo di sicurezza, se presente.
- Lungo la condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione è necessario prevedere delle aperture di lavaggio nella tubatura, collocate a una distanza di massimo 75 m l'una dall'altra. Le dimensioni delle aperture devono essere tali da permettere l'uso delle più comuni apparecchiature di manutenzione (strumenti di pulizia idromeccanici e meccanici, telecamere di ispezione ecc.). Se possibile, riunire nello stesso punto le aperture di lavaggio, i raccordi della condotta di drenaggio alla condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione e le nicchie di cacciata della condotta di drenaggio.

  Disposizione delle nicchie di cacciata e delle aperture di lavaggio con posa della condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione nel canale tecnico e nella banchina:

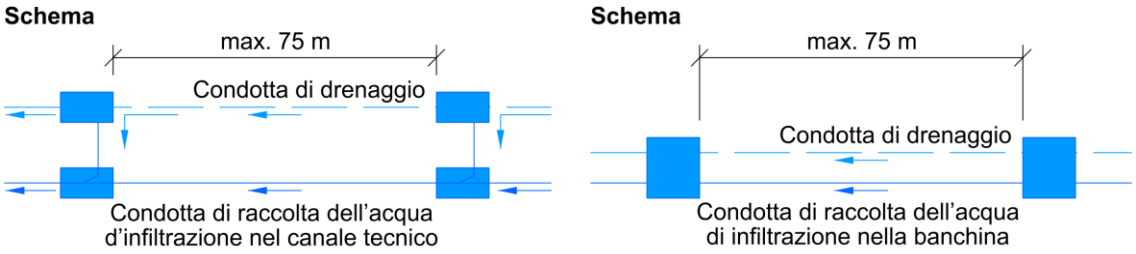


Figura 6: Disposizione delle nicchie di cacciata

- In gallerie brevi (< 300 m) con venute d'acqua limitate (anche di carattere periodico) è possibile fare a meno di una condotta di raccolta dell'acqua di infiltrazione, mentre le nicchie di cacciata vanno obbligatoriamente previste.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 2052 Calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni (CFAP) – Materiali, dimensionamento ed esecuzione

SN EN 1433 *Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Beurteilung der Konformität* (Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni – Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità)

SN EN 13501-1 *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten* (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco)

VSS 40 120 *Linienführung – Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefällsänderung* (Tracciato – Pendenza trasversale in rettilinei e curve, variazione della pendenza trasversale)

VSS 40 464 *Betondecken – Prüfmethoden zur Bestimmung des Frost- und Frosttaumittelwiderstands* (Coperture in calcestruzzo – Metodi di prova per la determinazione della resistenza al gelo-disgelo)

AICAA Direttiva antincendio – Materiali da costruzione e parti della costruzione

Scheda 24 001-10102 Andamento altimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10103 Pendenza trasversale

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 24 001-10704 Piazzole di emergenza

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La caditoia a fessura permette il rapido deflusso di liquidi dalla carreggiata e costituisce al contempo l'elemento di chiusura della banchina.

3. Requisiti

Disposizione

- Le caditoie a fessura vengono installate non solo in gallerie in sotterraneo e a cielo aperto, ma anche in gallerie aperte su un lato.
- In caso di variazioni della pendenza trasversale, installare le caditoie a fessura nell'area di transizione su entrambi i lati, per una lunghezza minima di 50 m.

- Verificare la lunghezza dell'area di sovrapposizione delle caditoie a fessura in base alla direzione di deflusso (pendenza longitudinale della galleria). Al riguardo, la pendenza longitudinale secondaria minima è pari a $\Delta i_{min} = 0.1 \times a$ [m] (VSS 40 120, a = distanza tra l'asse di rotazione e il bordo della carreggiata) e la pendenza longitudinale secondaria massima è pari a $\Delta i_{max} = 0.5$ % (SIA 197/2).
- Nel limite del possibile, le variazioni della pendenza trasversale devono trovarsi in aree con una maggiore pendenza longitudinale della carreggiata.

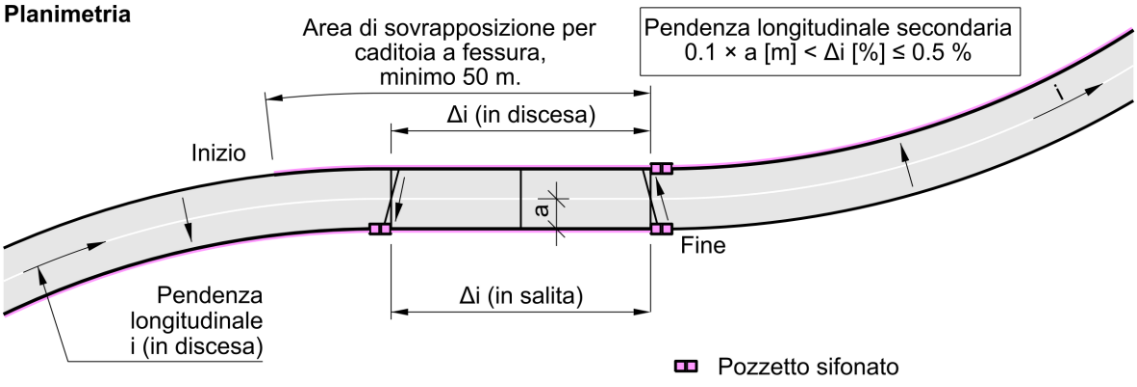


Figura 1: Disposizione delle cadittoie a fessura in caso di inversione della pendenza trasversale

- Presso le piazzole d'emergenza la caditoia a fessura va disposta nella banchina della piazzola. Nella carreggiata non sono consentite caditoie a filo pavimento.
- In caso di smusso orizzontale pronunciato della banchina in corrispondenza delle piazzole d'emergenza, è possibile interrompere localmente la caditoia a fessura per una lunghezza massima di 5 m (v. Figura 2 e Figura 3). In questi punti il deflusso dell'acqua dovrà essere assicurato tramite un pozzetto sifonato.

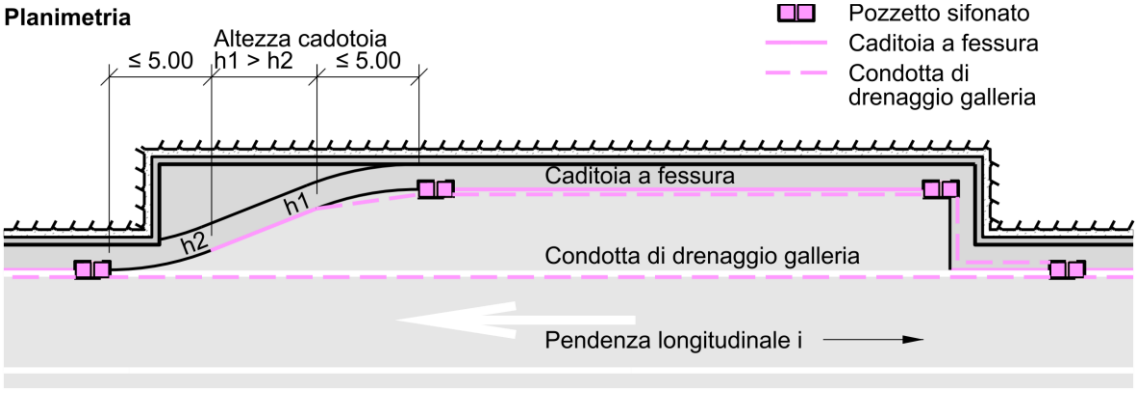


Figura 2: Interruzione delle cadittoie a fessura in caso di arrotondamenti orizzontali significativi

- A causa della pendenza trasversale, la caditoia a fessura nelle piazzole d'emergenza si trova ad una maggiore profondità rispetto alla caditoia nello spazio di transito. Assicurare che siano rispettate le condizioni di deflusso all'ingresso nel pozzetto sifonato e al successivo raccordo con la condotta di drenaggio stradale.

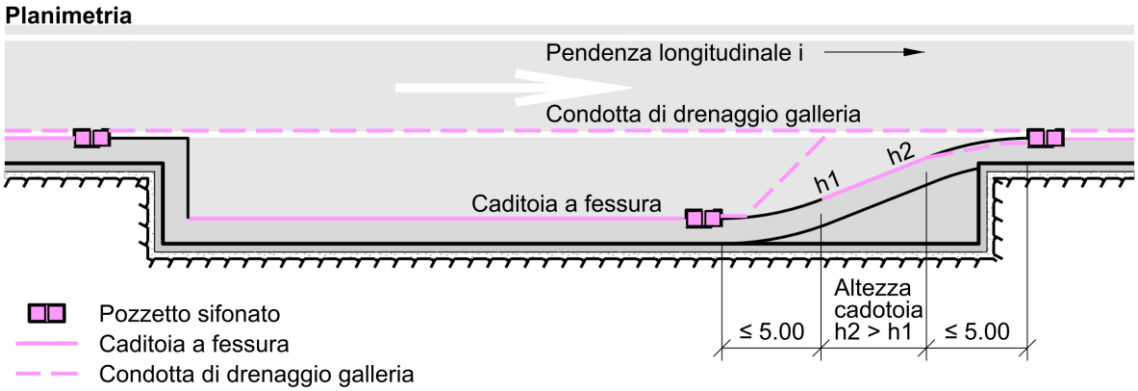


Figura 3: Interruzione delle cadittoie a fessura presso le nicchie di sosta

Requisiti dei materiali

- Per la realizzazione di caditoie a fessura prefabbricate si devono utilizzare esclusivamente materiali di alta qualità come calcestruzzo polimerico, calcestruzzo di alta qualità rinforzato con fibre d'acciaio o CFAP (calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni).
- In generale le caditoie a fessura devono rispettare i seguenti requisiti minimi:
  - resistenza a flessotrazione ≥ 20 N/mm^2 (in conformità con il quaderno tecnico SIA 2052)
  - resistenza elevata a gelo/disgelo e sali disgelanti (in conformità con norma SIA 261/1) o resistenza a gelo e sali disgelanti WFT-L > 80% (in conformità con norma VSS 40 464)
  - coefficiente di capillarità < 100 gm^{-2}h$^{-0,5}$ (in conformità con il quaderno tecnico SIA 2052)
- I materiali utilizzati per le caditoie a fessura devono rientrare nel gruppo di reazione al fuoco RF1 (nessuna reazione al fuoco) di cui alla direttiva antincendio:
  - classificazione ai sensi della norma SN EN 13501-1: classe A1 o A2-s1,d0
  - classificazione alternativa AICAA: indice di combustibilità (IC) 6.3 o 6q.3

Aspetti costruttivi

- Le caditoie a fessura devono soddisfare la classe di carico D 400 a livello della carreggiata (superficie parziale inferiore) e C 250 a livello della banchina (superficie parziale superiore). La prova di carico deve svolgersi in base al disegno sperimentale dettagliato alla figura 4.
- Gli elementi della caditoia a fessura vanno congiunti mediante una guarnizione per giunzione integrata con parte maschio/femmina e profilo di tenuta incorporato.
- La superficie umettata del corpo caditoia deve presentare un valore medio della rugosità (R_a), ai sensi dello standard SN EN ISO 1302, di R_a <= 25 µm. Per il calcolo di tale valore sono ammessi procedimenti di misura sia tattili sia visivi.

Schema

S = Larghezza della piastra di carico secondo SN EN 1433

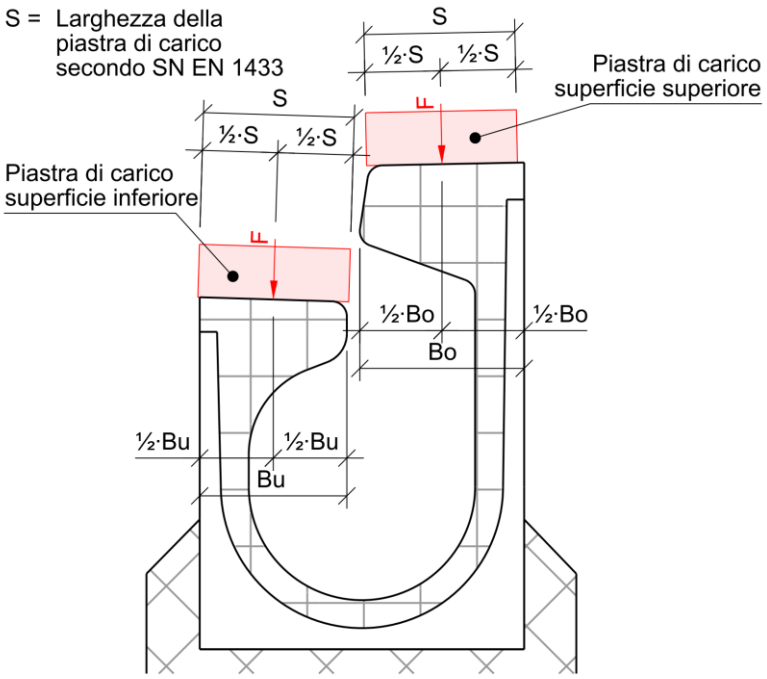


Figura 4: Prova di carico per cadittoia a fessura

Aspetto esterno

- Per le caditoie a fessura occorre scegliere un colore grigio antracite, cemento o beige (calcestruzzo polimerico naturale).

Dimensioni della sezione trasversale

- Per garantire la capacità di assorbimento richiesta di 100 l/s è necessario rispettare determinate dimensioni minime, in funzione della pendenza longitudinale e con riguardo all'area d'ingresso e all'area di captazione.
  - Per l'area d'ingresso, l'ampiezza dell'apertura convenzionale è la seguente: a = 90 ÷ 150 mm. Nel caso di nuove caditoie a fessura, questa quota deve essere minimo 100 mm.
  - L'area di captazione è solitamente pari a F = 9 ÷ 11 dm^2. Nel caso di nuove caditoie a fessura, l'area di captazione non deve essere inferiore a 9 dm^2.
- La geometria della base della caditoia a fessura deve essere arrotondata.
- Si dovrà dimostrare per via di calcolo il rispetto delle condizioni di deflusso secondo la norma SIA 197/2. Data la rilevanza della precisione di posa, dei depositi ecc, in fase di dimensionamento occorre impostare un coefficiente di Strickler prudente.

Esempio di caditoia a fessura

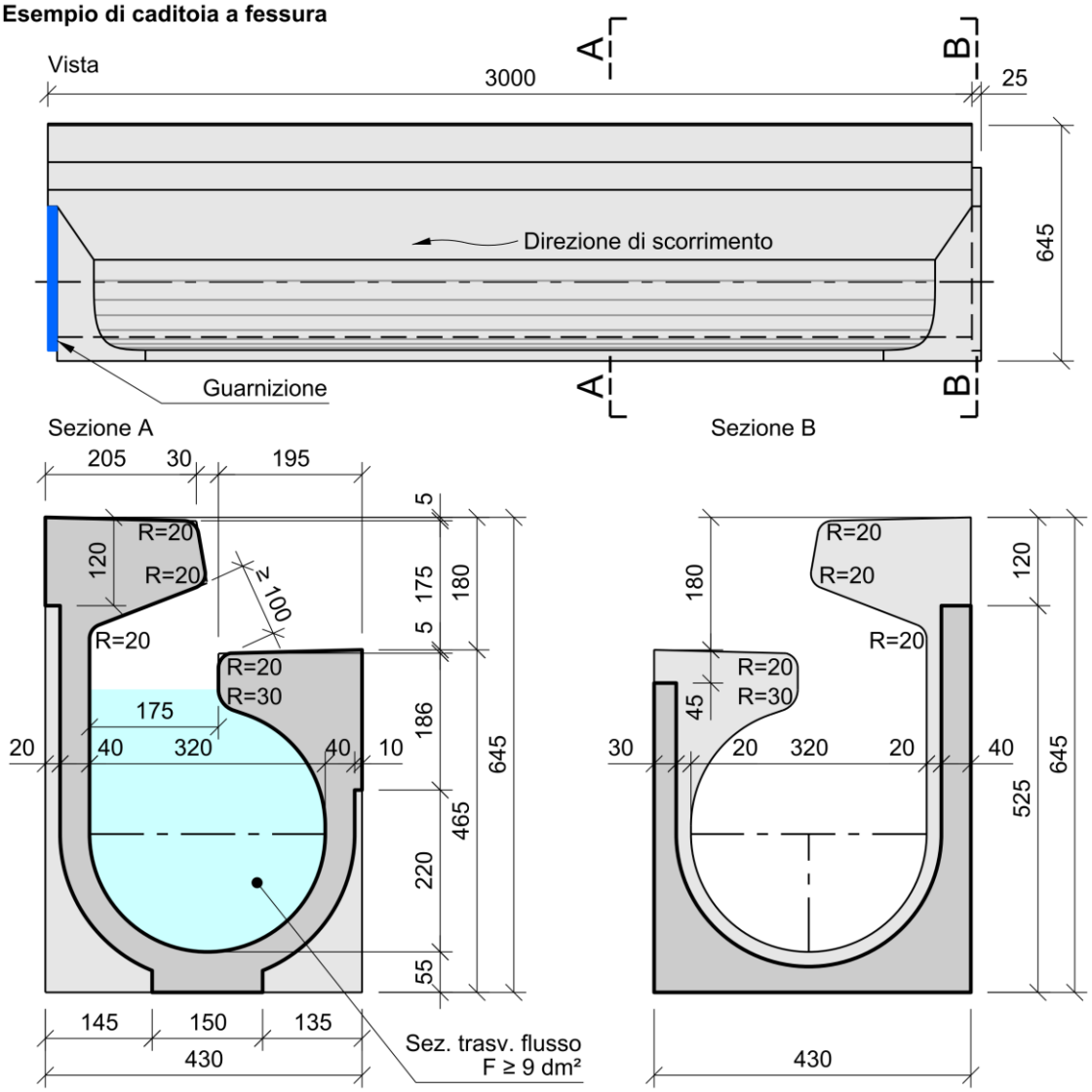


Figura 5: a) Esempio di caditoia a fessura b) Foto esempio di una cadittoia a fessura c) Foto esempio per posa di una cadittoia a fessura

Fondazione e posa

- Qualora le caditoie a fessura vengano posate direttamente sullo strato di fondazione, per la compattazione del letto di posa è richiesto un valore M_E minimo di 100 MN/m^2.
- Posa in calcestruzzo di fondazione C25/30, XC4, XF1, D_{max}32, con uno spessore minimo di 200 mm.

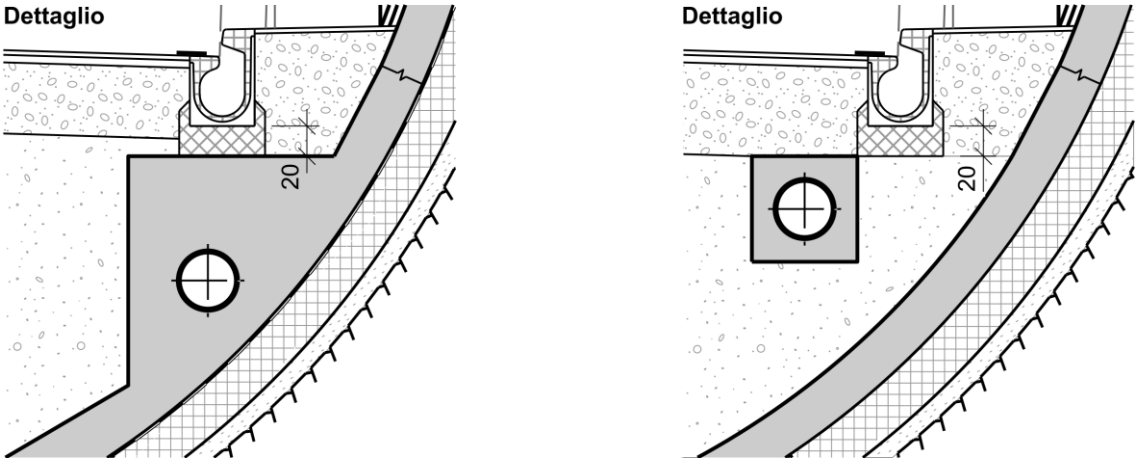


Figura 6: Rinfianco della cadittoia a fessura

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 2052 Calcestruzzo fibrorinforzato ad altissime prestazioni (CFAP) – Materiali, dimensionamento ed esecuzione

SN EN 124-1 *Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen – Teil 1: Definitionen, Klassifizierung, allgemeine Baugrundsätze, Leistungsanforderungen und Prüfverfahren* (Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli – Parte 1: Definizione, classificazione, principi generali, requisiti di prestazione e procedure di prova)

SN EN 1433 *Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen – Klassifizierung, Bau- und Prüfgrundsätze, Kennzeichnung und Beurteilung der Konformität* (Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni – Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità)

SN EN 13501-1 *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten* (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco)

SN EN 13501-2 *Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen* (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione)

SN EN ISO 12944 Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura

VSS 40 366 *Strassenentwässerung; Aufsätze und Abdeckungen* (Drenaggio stradale; Dispositivi di coronamento e di chiusura)

VSS 40 464 *Betondecken – Prüfmethoden zur Bestimmung des Frost- und Frosttaumittelwiderstands* (Coperture in calcestruzzo – Metodi di prova per la determinazione della resistenza al gelo-disgelo)

AICAA Direttiva antincendio - Nozioni e definizioni

Scheda 24 001-10602 Caditoia a fessura

Scheda 24 001-10604 Condotta di drenaggio stradale

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Nella presente scheda vengono trattati unicamente i pozzetti sifonati per il drenaggio stradale, non i sifoni previsti per contenere i depositi di natura calcarea nel sistema di drenaggio.

I liquidi captati dalla caditoia a fessura devono essere fatti defluire nel modo più rapido e sicuro possibile. Per impedire che eventuali liquidi infiammati possano continuare a bruciare nella condotta di drenaggio, essi vengono dapprima captati da un sifone alla fine della caditoia a fessura e solo successivamente vengono fatti defluire nel sistema di drenaggio. Il pozzetto sifonato deve dunque garantire che nella condotta di drenaggio non entri ossigeno.

Anche eventuali condotte di terzi vanno convogliate nel pozzetto sifonato per escludere che possano portare ossigeno nel sistema.

3. Requisiti

Principio di funzionamento

- In un tratto di caditoia a fessura, prevedere un pozzetto sifonato ogni 50 metri, con funzioni di paratia tagliafuoco e pozzetto d'ispezione. Progettare pozzetti a due camere (tre camere per casi speciali).
- Il pozzetto sifonato deve poter essere chiuso in modo ermetico all'aria. Per lavori di manutenzione deve poter essere aperto, ispezionato e pulito senza difficoltà.
- Per consentirne un corretto funzionamento, il sifone deve essere costantemente riempito di acqua. Tale condizione va garantita dall'unità territoriale dell'USTRA.

Dimensioni

- La figura sottostante mostra lo schema di un tipico pozzetto sifonato a due camere (Figura 1).
- L'apertura del pozzetto deve avere una sezione rettangolare di almeno 600 × 600 mm.
- In base al tasso di evaporazione, la profondità di immersione minima della parete è normalmente di 0.30 m e comunque non può essere inferiore a 0.10 m.

Caratteristiche idrauliche

- Per i flussi in ingresso e uscita del pozzetto sifonato deve essere certificata una portata minima di 100 l/s. Utilizzare questo valore di riferimento anche per il calcolo del livello sotto la parete sommersa.
- Secondo la norma SIA 197/2, paragrafi 8.7.6.3 e 8.7.6.5, la condotta collettrice deve essere dimensionata per una portata di deflusso libera di 100 l/s e per un picco di deflusso di 200 l/s (eventualmente con accumulo nella condotta).

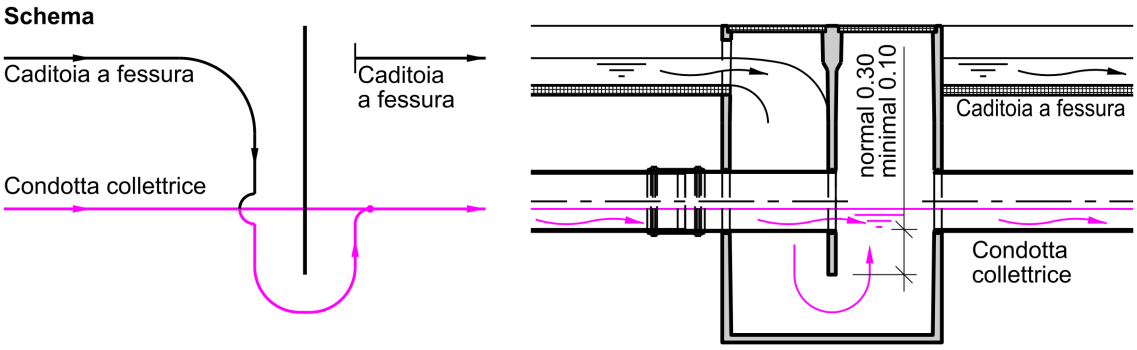


Figura 1: Cadittoia a fessura, variante 1

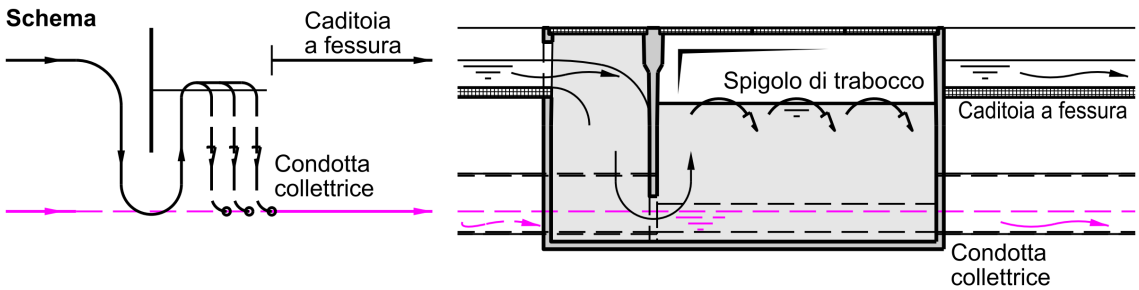


Figura 2: Cadittoia a fessura, variante 2

Requisiti dei materiali

I pozzi sifonati e le coperture dei pozzetti devono costituire un'unità funzionale e soddisfare i seguenti requisiti minimi in termini di portanza, durabilità, protezione antincendio e sicurezza d'esercizio.

Pozzi sifonati

I pozzi sifonati devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- Resistenza a trazione per flessione ≥ 20 N/mm², secondo SIA 2052
- Elevata resistenza al gelo e ai sali disgelanti (secondo SIA 261/1) oppure resistenza al gelo e ai disgelanti WFT-L > 80% (secondo VSS 40 464)
- Coefficiente di capillarità < 100 $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-0.5}$, secondo SIA 2052
- I materiali da costruzione per i pozzi sifonati devono appartenere alla classe di reazione al fuoco RF1 (assenza di contributo all'incendio) conformemente alla direttiva antincendio:
  - Classificazione secondo SN EN 13501-1: classe A1 o A2-s1,d0 (gruppo RF1)
  - Classificazione alternativa secondo VKF: indice di incendio BKZ 6.3 o 6q.3

Coperture dei pozzetti

Le coperture dei pozzetti costituiscono l'interfaccia tra l'opera e il traffico o l'esercizio e sono soggette a sollecitazioni meccaniche, climatiche e operative elevate.

Le coperture dei pozzetti devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- Reazione al fuoco: classificazione secondo SN EN 13501-1, classi A2-s1,d1, A2-s2,d0, A2-s2,d1, B-s1,d0, B-s1,d1, B-s2,d0, B-s2,d1, C-s1,d0, C-s1,d1, C-s2,d0 o C-s2,d1 (gruppo RF2)
- Portanza / carichi da traffico: la copertura del pozzetto deve essere in grado di sopportare i carichi da traffico pertinenti al luogo di installazione, secondo EN 124-2:
  - In carreggiata: almeno D400
  - In banchina: almeno C250
- Resistenza alla corrosione: la copertura del pozzetto deve essere idonea a un ambiente di galleria permanentemente umido, esposto ai sali disgelanti e potenzialmente fortemente corrosivo. Devono essere soddisfatti almeno i requisiti della categoria di corrosività C4–C5, secondo ISO 12944. Una riduzione della categoria di corrosività è ammessa solo se viene dimostrato in modo specifico e tracciabile, che – in virtù di una breve lunghezza della galleria, di una ventilazione permanentemente efficace, di una ridotta esposizione ai sali disgelanti e di una bassa sollecitazione da umidità sull'intera vita utile – sussiste una minore aggressività corrosiva.
- Requisiti minimi relativi a qualità superficiale, deformazione permanente, aderenza e sicurezza per i bambini, secondo SN EN 124-1
- Elementi di fissaggio: i fissaggi devono rimanere facilmente smontabili anche dopo un lungo periodo di esercizio e non devono corrodersi
- Adeguata resilienza agli urti, per evitare rotture degli spigoli o danneggiamenti durante le operazioni di manutenzione
- Maneggevolezza semplice e sicura nell'ambito della manutenzione; l'apertura regolare (ad es. una o due volte all'anno) deve essere possibile senza sforzi sproporzionati

Aspetti costruttivi

È da preferire la collocazione delle coperture dei pozzetti interamente in banchina**.** In caso contrario, deve essere installata una copertura a gradino**.**

Le coperture dei pozzetti devono essere realizzate in modo tale da poter essere integrate a filo, in maniera stabile nel tempo sia dal punto di vista geometrico sia posizionale, negli elementi costruttivi adiacenti. Le coperture dei pozzetti devono essere conformi alla SN EN 124-1.

Le coperture dei pozzetti devono essere protette contro il sollevamento e lo spostamento.

Le due camere del pozzo sifonato devono essere separate ermeticamente, in modo da garantire in modo duraturo la funzione di sifonamento e di compartimentazione.

Aspetto estetico

Per i pozzi sifonati e le coperture dei pozzetti deve essere scelto un colore antracite, grigio cemento o beige.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La condotta di drenaggio stradale deve soddisfare requisiti elevati. Questa condotta è generalmente vuota o contiene solo una quantità minima d'acqua per il riempimento dei pozzetti sifonati. Periodicamente provvede al deflusso dell'acqua di lavaggio e in casi molto rari vi fluiscono acqua antincendio oppure liquidi pericolosi, aggressivi o addirittura infiammati, che devono essere smaltiti rapidamente.

3. Requisiti

Requisiti dei materiali

- Le condotte di drenaggio stradale devono essere prive di alogeni. Non è pertanto consentito l'uso di tubi in PVC.
- Le condotte di drenaggio stradale devono essere annegate nel calcestruzzo. Al riguardo, prestare attenzione alle forze di taglio generatisi in seguito al ritiro del calcestruzzo tra le tappe di getto. Per le condotte di drenaggio stradale devono quindi essere scelti materiali in grado di resistere alle deformazioni indotte senza subire danni.
- Le condotte devono essere resistenti contro acque e liquidi aggressivi (acidi, soluzioni alcaline, alcol, oli, benzina, ecc.).

Disposizione

- La condotta di drenaggio stradale non può essere alloggiata in un canale tecnico, ma va posata lateralmente nell'area della banchina, sotto la caditoia a fessura.
- In caso di variazioni della pendenza trasversale, la condotta di drenaggio stradale può essere posata come sotto illustrato.

    a. Su un solo lato, con la condotta di drenaggio stradale sempre sul lato della caditoia a fessura. Questa soluzione può essere prevista nel caso di un numero limitato di cambi di pendenza (uno o due) e opzioni non problematiche per gli attraversamenti della condotta, tuttavia non è idonea per gallerie con un canale tecnico.

    b. Su entrambi i lati, con la condotta di drenaggio stradale disposta sull'uno e l'altro lato nell'area della banchina. Questa soluzione è idonea in caso di frequenti cambi di pendenza trasversale, nonché in gallerie molto lunghe o gallerie dotate di canale tecnico. La condotta sul lato senza caditoia a fessura deve essere dotata di pozzetti d'ispezione ad intervalli regolari; in questo caso la distanza tra due pozzetti d'ispezione può essere aumentata fino a 75 metri.

Altri requisiti

- Il diametro della condotta deve essere dimensionato da un punto di vista idraulico considerando le condizioni di deflusso stabilite nella norma SIA 197/2, così come tutti gli altri fattori influenti e parametri. Il diametro nominale della condotta non può essere inferiore a 300 mm.
- Alla condotta di drenaggio stradale non possono essere allacciate condotte di terzi (drenaggi di pozzi e nicchie, ecc.).
- La condotta deve presentare in ogni punto una pendenza minima del 5 ‰. Questo vale in particolare anche in caso di dossi e sacche. In questi casi la condotta di drenaggio stradale deve essere abbassata (sacche) o innalzata (dossi) e va previsto pertanto lo spazio di manovra necessario a tal fine nell'area dell'arco rovescio.
- La manutenzione della condotta avviene attraverso i pozzetti sifonati.

1. Riferimenti

Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb), RS 814.01, 1983

Legge federale sulla protezione delle acque (LPAc), RS 814.20, 1991

Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc), RS 814.201, 1998

Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (OPIR), RS 814.012, 1991

Istruzioni "*Zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten*" (Protezione delle acque in costruzioni sotterranee), UFAFP 1998

Direttiva ASTRA 18005 Trattamento delle acque di scarico sulle Strade Nazionali

Direttiva ASTRA 19001 Misure di sicurezza sulle strade nazionali secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti

Direttiva VSA Gestione delle acque di scarico in tempo di pioggia, 2019

Scheda 24 001-10602 Caditoia a fessura

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 24 001-10604 Condotta di drenaggio stradale

Scheda 21 001-104xx *Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung* (Smaltimento e trattamento delle acque di scarico stradali), manuale tecnico Tracciato e ambiente (T/U)

Scheda 21 001-10441 *Rückhaltebecken* (Bacino di ritenzione), manuale tecnico Tracciato e ambiente (T/U)

2. Informazioni generali

In una galleria possono confluire diversi liquidi, ma prevalentemente si tratta di acqua. In base al sistema di impermeabilizzazione approntato, l'acqua di infiltrazione viene drenata e fatta defluire. Generalmente quest'acqua non è inquinata e può quindi essere infiltrata o scaricata in un corpo idrico ricevente. La situazione è diversa nello spazio di transito. Poiché la galleria viene lavata periodicamente, l'acqua di lavaggio risultante va smaltita separatamente. Questo vale anche per le acque meteoriche che si raccolgono nelle aree dei portali e vengono in parte trascinate dentro la galleria dai veicoli. In caso di incendio, inoltre, possono accumularsi quantitativi considerevoli di acqua antincendio, che essendo inquinata necessita di essere debitamente trattata. Quando si verificano degli incidenti in galleria, dai veicoli coinvolti possono fuoriuscire anche altri liquidi, quali gasolio, benzina, olio e, nel caso di autocisterne, anche altre sostanze chimiche.

Per proteggere l'ambiente e minimizzare quanto più possibile l'impatto di un evento, sia per gli utenti della strada che per le unità di crisi, oltre agli equipaggiamenti per l'autosalvataggio è necessario predisporre anche sistemi idonei ad assicurare un deflusso rapido e sicuro dei liquidi e il rispettivo accumulo temporaneo.

In un bacino di raccolta vengono trattenuti principalmente i seguenti liquidi:

- acqua meteorica proveniente dalle aree dei portali (tracciato a cielo aperto), raccolta e fatta defluire attraverso la condotta di drenaggio stradale della galleria
- acqua di pulizia della galleria

- acqua antincendio (anche per il raffreddamento dell'opera)
- liquidi da incidente stradale (combustibili, olio, sostanze chimiche)

In base alla classe di carico delle acque reflue stradali, al settore di protezione delle acque e alla vulnerabilità dell'acqua freatica risp. sensibilità del ricettore, si dovrà provvedere al trattamento delle acque reflue stradali provenienti dal sistema di smaltimento della galleria, in conformità alla direttiva VSA "Gestione delle acque di scarico in tempo di pioggia". Se non è possibile condurre il trattamento in loco, le acque reflue stradali possono essere scaricate nella rete di canalizzazione fognaria attraverso un limitatore/regolatore di portata idraulico (in base alle condizioni di immissione), con conseguente necessità, a seconda dei casi, di uno strozzamento preliminare. Un ulteriore criterio determinante per il calcolo del volume di ritenzione può essere il tipo e la quantità di acqua utilizzata per la pulizia della galleria. In caso di ritenzione vanno presi in considerazione anche gli esiti di eventuali eventi critici, inclusa l'acqua antincendio, ai sensi dell'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti.

La presente scheda descrive i requisiti da soddisfare in relazione al bacino di raccolta.

3. Requisiti

Requisiti generali

- L'acqua raccolta nello spazio di transito va convogliata separatamente dall'acqua di infiltrazione (sistema di separazione).
- Ai fini della ritenzione è necessario predisporre un bacino di raccolta fuori dalla galleria (chiamato anche bacino di ritenzione).
- I fluidi raccolti nello spazio di transito della galleria devono poter essere convogliati a pelo libero. Conseguentemente il bacino di raccolta va situato in corrispondenza del punto più basso della galleria. A seconda della pendenza, potrebbero quindi essere necessari più bacini di raccolta.
- Il bacino di raccolta deve trovarsi all'esterno della galleria e della carreggiata. Qualora ciò non sia possibile o opportuno da un punto di vista tecnico o economico, occorre assicurare che le attività correlate all'esercizio del bacino non influenzino il traffico (svuotamento, pulizia, ispezioni, manutenzione, riparazioni, accesso con mezzi di manutenzione ecc.) e che non insorga un pericolo in caso di esplosione.
- Realizzare i bacini di raccolta con costruzione chiusa e intraprendere misure di prevenzione idonee per la protezione in caso di esplosione (ad es. sistema di scarico della pressione).

Requisiti costruttivi

- Per la progettazione dei bacini di raccolta si raccomanda di consultare anche la scheda 21 001-10441 *Rückhaltebecken* (Bacino di ritenzione) nel manuale tecnico Tracciato e ambiente (T/U).
- Assicurare l'accesso al bacino dall'esterno della galleria.

- In caso di bacini di chiarificazione (decantazione), prevedere una parete sommersa in modo da consentire la ritenzione dei liquidi leggeri.
- Dotare inoltre il bacino di raccolta di indicatori automatici del livello dell'acqua.
- Una saracinesca o una valvola a farfalla montata sul canale di scarico permette di dosare la quantità d'acqua immessa nella rete di canalizzazione pubblica in base alle capacità di trattamento della rete e dell'impianto di depurazione delle acque reflue.
- Dimensionare le pompe e gli organi di strozzamento per lo svuotamento del bacino in modo da consentire lo svuotamento del bacino in massimo 12 ore. Gli aspetti d'esercizio secondari riguardanti il trattamento delle acque vanno concordati con l'unità di crisi, le imprese di pubblica utilità comunali responsabili (impianti di depurazione delle acque, IDA) e i responsabili per la sicurezza (SiBe).
- Qualora per lo svuotamento del bacino fossero necessarie delle pompe stazionarie, verificare il numero richiesto ai fini della ridondanza.

Dimensionamento idraulico

- La quantità d'acqua di esercizio attesa va calcolata specificatamente per l'opera in questione. Per il dimensionamento idraulico del volume di ritenzione utilizzare le seguenti regole di base:
  - LI - liquidi da incidente stradale: (Incidente) minimo 30 m^3
  - AA - acqua antincendio: 120 m^3
  - AP - acqua di pulizia della galleria: 100 m^3/km di canna galleria
  - AM - acqua meteorica: Pioggia forte con l'intensità di precipitazione del periodo T=1 anno (riguarda le superfici nelle aree dei portali drenate tramite il bacino di raccolta)
- In linea di principio i singoli eventi non vanno combinati tra loro, perché la probabilità che si verifichino simultaneamente più eventi può essere minimizzata o è molto bassa. Si dovrà prendere in considerazione solo la combinazione di liquidi da incidente e acqua antincendio.
- Il volume del bacino di raccolta sarà pari al valore massimo tra i seguenti volumi:

$$V_{\text{bacino di raccolta}} = \max (\text{LI+AA}, \text{AP x lunghezza galleria}, \text{AM})$$

- Assicurare inoltre che ogni galleria disponga di una riserva di acqua antincendio di almeno 250 m^3. Se il volume del bacino di raccolta risultante dalla formula è inferiore a 250 m^3, è necessario accertare e descrivere le conseguenze che potrebbe comportare una venuta d'acqua maggiore.

  Ad esempio in caso di:
  - troppo pieno nella rete di canalizzazione pubblica
  - troppo pieno nel corpo idrico ricevente (torrente, fiume, lago)
  - troppo pieno e infiltrazione nel terreno adiacente
  - riflusso e troppo pieno nella galleria

- troppo pieno in altre opere strutturali (galleria ferroviaria sottostante, centrali, edifici pubblici ecc.)

Se necessario, aumentare il volume del bacino di raccolta.

- In caso di risanamento di impianti esistenti che non soddisfano i requisiti di questa scheda, programmare in modo proporzionato gli interventi strutturali, compensando in questo caso eventuali deroghe alle prescrizioni di questa scheda con misure operative ed organizzative.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SSIGA (Società Svizzera dell'Industria del Gas e delle Acque), Direttiva W4 – Direttive per la pianificazione, progettazione e costruzione, nonché l'esercizio e la manutenzione di sistemi di approvvigionamento idrico all'esterno degli edifici

SSIGA, Direttiva W5 – Direttive per l'allacciamento di impianti di estinzione a spruzzo alla rete di distribuzione dell'acqua potabile

SSIGA, Direttiva W6 - Direttiva per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di serbatoi d'acqua

SN EN 545 Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Requisiti e metodi di prova

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10702 Nicchie per idranti

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

L'approvvigionamento idrico antincendio è un componente imprescindibile degli equipaggiamenti di sicurezza di una galleria. La portata di prelievo e le condizioni di pressione agli idranti sono definite nella norma SIA 197/2. Quest'ultima riporta valori minimi di riferimento, che tuttavia non tengono sufficientemente conto delle attrezzature oggi impiegate. Anche nel campo degli estintori si registrano continue evoluzioni, con requisiti crescenti in termini di pressione e portata di prelievo.

Le forze d'intervento utilizzano gli idranti principalmente per il rifornimento delle proprie autopompe con cisterna, che a loro volta assicurano la necessaria pressione agli ugelli per mezzo di motopompe. In questi casi è richiesto il prelievo di una maggiore quantità d'acqua, superiore al valore di 20 l/s stabilito dalla norma.

La quantità d'acqua necessaria per gli interventi di spegnimento è resa disponibile tramite un bacino o serbatoio, che in molti casi serve anche per l'approvvigionamento dell'acqua potabile di un comune. In taluni casi può essere ragionevole utilizzare la condotta antincendio anche per il trasporto dell'acqua potabile e raggiungere un accordo con i comuni vicini per assicurare il necessario approvvigionamento. Ciò comporta, tuttavia, requisiti più elevati per il mantenimento del più alto livello di igiene nel sistema di condotte.

Vanno pertanto esaminate in dettaglio le possibili sinergie tra i requisiti per l'esercizio della galleria e i requisiti dei comuni interessati, con implementazione delle stesse qualora tali sinergie siano sostenibili ed economicamente vantaggiose.

3. Requisiti

Progetto

- L'approvvigionamento idrico antincendio deve essere oggetto di un progetto di dettaglio separato, da sottoporre all'USTRA per l'approvazione.
- Il progetto di dettaglio deve mostrare tutte le misure che garantiscono la presenza nella galleria delle pressioni e delle portate di prelievo richieste, a fronte di una riserva idrica antincendio sufficiente e una gestione della rete sicura e affidabile per tutte le utenze. Questo comprende in particolare:
  a. l'analisi di tutti i casi di carico rilevanti sulla rete alla quale è allacciata la condotta antincendio
  b. il dimensionamento di tutti gli adeguamenti necessari alla rete (condotte, bacini di riserva, ammortizzatori del colpo d'ariete, gruppi di pressurizzazione, saracinesche, ecc.)
  c. l'attestazione della capacità di supportare nuovi casi di carico da parte del resto della rete.
- I controlli **elettronici** previsti nell'ambito degli elementi di comando, i rispettivi collegamenti, programmi software ecc. vengono elaborati in un progetto di dettaglio separato da parte del settore specialistico "Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza" (BSA).
- Nel caso in cui l'acqua antincendio venga prelevata da una rete pubblica di approvvigionamento idrico, dovranno essere sottoscritti degli accordi con i comuni interessati. Al progetto di dettaglio dovrà essere allegata una bozza di tale accordo redatta assieme ai comuni. Nel reciproco interesse del Comune e della Strada nazionale, per nuovi impianti o per la sostituzione di impianti non idonei deve essere concordato un piano di ripartizione dei costi.

Bacino di riserva

- Deve essere garantito in ogni momento l'approvvigionamento del bacino di riserva mediante una presa d'acqua, che assicuri un adeguato rifornimento idrico anche in periodi di siccità. Tale condizione dovrà essere provata mediante attestato corrispondente o la presentazione di soluzioni alternative.
- La norma SIA 197/2 prescrive una riserva idrica antincendio minima di 250 m^3 ad uso esclusivo della galleria, con una gestione chiaramente separata rispetto ad altre riserve idriche antincendio. La riserva di acqua antincendio effettivamente richiesta deve essere definita in accordo con i servizi d'intervento e i responsabili per la sicurezza.
- La riserva idrica antincendio minima di 250 m^3 può essere a disposizione di diverse gallerie su strade nazionali, a condizione che in caso d'incendio in una galleria tutte le altre gallerie dipendenti dalla stessa riserva d'acqua vengano chiuse al traffico.
- La riserva idrica antincendio deve sempre essere assicurata anche durante i lavori di manutenzione e di revisione del bacino. Per questo motivo, è preferibile avere bacini o serbatoi con diverse camere separate che possono essere gestite e revisionate in modo indipendente.

Condizioni di pressione e portate di prelievo

- In caso di impiego dell'acqua antincendio direttamente dall'idrante, la pressione idrica dinamica minima (pressione di scorrimento, pressione d'esercizio) deve essere di almeno 3.5 bar. Questo valore si applica agli idranti che si trovano nel punto più sfavorevole nella galleria.
- Ai punti di presa la pressione idrostatica deve essere minimo 6 bar. Fanno eccezione i tratti di condotta dotati di gruppi di pressurizzazione che entrano in funzione solo in caso di necessità.
- A un singolo idrante deve essere garantita una portata di prelievo di almeno 40 l/s. Qualora siano contemporaneamente in funzione due idranti, la portata di prelievo deve essere minimo 30 l/s ad ogni idrante. In caso di utilizzo di tre idranti, deve essere possibile prelevare da ogni idrante almeno 25 l/s. Queste condizioni valgono per idranti contigui nella posizione più sfavorevole dal punto di vista idraulico all'interno di una galleria. L'utilizzo contemporaneo di un numero maggiore di idranti determina una ulteriore riduzione della portata di prelievo per singolo idrante.
- Questi valori consentono di determinare le specifiche idrauliche nominali per la condotta antincendio in caso di prelievo simultaneo da tre idranti contigui, in modo tale che dall'idrante nel punto con la pressione d'esercizio più bassa possano essere prelevati minimo 25 l/s. La portata d'acqua antincendio complessiva nella condotta, in funzione della pressione e delle perdite, è conseguentemente maggiore di 75 l/s.
- La condotta antincendio deve sempre essere piena d'acqua e sotto pressione. Fanno eccezione i gruppi di pressurizzazione che possono esser messi in funzione in base alle necessità (ad es. pulizia della galleria) o in caso di emergenza (incendio).
- La condotta idrica antincendio deve essere posata nel canale tecnico, se presente, agevolando in tal modo gli interventi di controllo e manutenzione con il traffico circolante (vedere anche la scheda 24 001-10404 Canale tecnico). Qualora non venga realizzato alcun canale tecnico, la condotta idrica antincendio deve essere posata nella banchina, in modo tale da poter essere facilmente sostituita.
- Nel dimensionamento della rete e dei fissaggi delle condotte, prestare particolare attenzione al caso di carico "colpo d'ariete" e ai carichi verticali indotti dai cambi di direzione (anche per curve molto larghe). La condotta idrica antincendio può essere protetta dai colpi d'ariete mediante accumulatori a sacca.

Qualità dell'acqua potabile

- Per minimizzare la formazione e lo sviluppo di microorganismi nella condotta, assicurare che vi scorra sempre acqua e che la temperatura dell'acqua fredda rimanga inferiore a 20 °C. Questo requisito è normalmente soddisfatto integrando la condotta idrica antincendio nella rete ad anello di un sistema di approvvigionamento d'acqua potabile locale. In caso contrario, evitare la contaminazione dell'acqua stagnante assicurando un flusso continuo alla fine della condotta degli idranti.
- In riferimento al prelievo dell'acqua antincendio da una rete di distribuzione dell'acqua potabile o direttamente da un bacino d'acqua potabile, si distinguono due casi:

Caso 1

La condotta idrica antincendio è collegata ad entrambe le estremità a una rete di acqua potabile (vedere Figura 1).

Per il ricambio dell'acqua vanno rispettate le direttive della SSIGA per i sistemi di approvvigionamento dell'acqua potabile.

Caso 2

La condotta idrica antincendio è collegata a una rete di distribuzione dell'acqua potabile come condotta secondaria con un singolo punto di raccordo.

In questo caso, viene operata un'ulteriore distinzione in base all'utilizzo dell'acqua, come segue:

Caso 2a

L'acqua è utilizzata anche in centrali, locali tecnici, ecc. come acqua potabile (vedere Figura 1).

- Per il ricambio dell'acqua devono essere rispettate le direttive SSIGA per i sistemi di approvvigionamento dell'acqua potabile (assicurazione di un flusso continuo con una durata di permanenza dell'acqua nella condotta di massimo 48 ore).

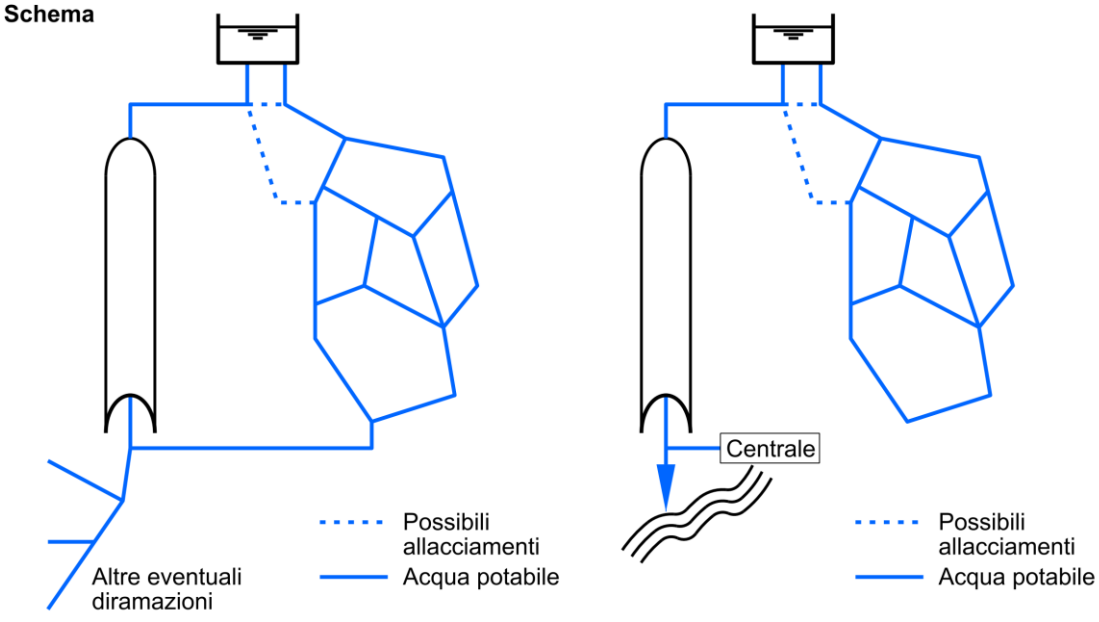


Figura 1: Approvvigionamento idrico antincendio caso 1 (sinistra) e caso 2a (destra)

Caso 2b

L'acqua non è utilizzata come acqua potabile (vedere Figura 2).

- Per evitare che in corrispondenza dell'allacciamento alla rete di approvvigionamento un accumulo di acqua stagnante possa contaminare l'acqua potabile, è necessario prevedere un flusso continuo mediante una valvola antideflusso. Al riguardo, è sufficiente assicurare nei primi 20 m della condotta di raccordo un ricambio dell'acqua con una permanenza massima di 48 ore, con un deflusso minimo di 1 l/min.

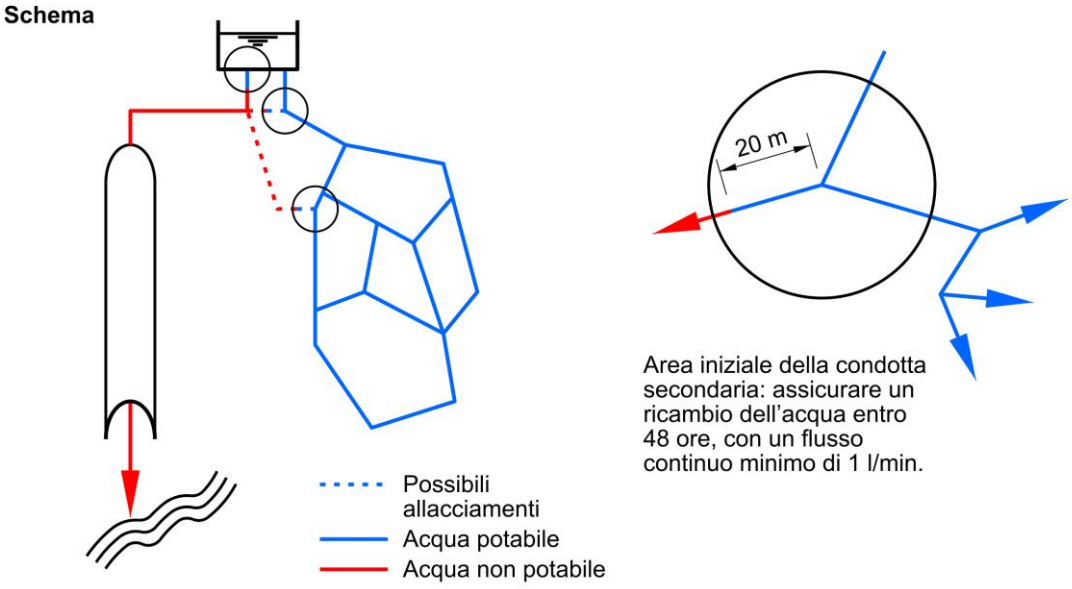


Figura 2: Approvvigionamento idrico antincendio caso 2b

Condotta idrica antincendio nella galleria

- Utilizzare tubi resistenti alla pressione in ghisa duttile con un rivestimento interno liscio e un rivestimento esterno resistente secondo la norma SN EN 545:2010-12 (cap. 4.5, allegati D ed E).
- Per la condotta antincendio nella galleria o nel canale tecnico non è consentito l'uso di tubi in materiale sintetico (a causa del pericolo di fusione per il calore intenso in caso di incendio dei cavi nel canale tecnico).
- La ditta produttrice deve disporre di un certificato di omologazione della SSIGA (Società Svizzera dell'Industria del Gas e delle Acque) per i tubi, i raccordi, gli idranti e la rubinetteria destinati al montaggio.
- Osservare scrupolosamente le prescrizioni di montaggio ed eventuali prescrizioni per la prevenzione della corrosione della ditta produttrice. Testare la compatibilità tra materiali diversi (eventualmente provenienti da fornitori diversi) in relazione alla corrosione da contatto.
- Posare le condotte per gli idranti assicurandone l'isolamento elettrico, senza tuttavia collegarle alla rete di messa a terra degli impianti della galleria e di altre apparecchiature.

Assicurarsi che anche i collegamenti tra tubi, raccordi e rubinetteria siano isolati elettricamente.

- Osservare le direttive per la realizzazione di condotte per l'acqua potabile della SSIGA.
- Il diametro interno della condotta deve essere minimo 200 mm. Durante il prelievo della quantità d'acqua antincendio necessaria, la velocità massima di scorrimento non può superare i 3 m/s in nessun punto della rete.
- Nella scelta dei raccordi idraulici e della rubinetteria, assicurare che vengano rispettati gli stessi requisiti di qualità delle tubazioni.
- Nel caso di condotte all'interno di banchine, considerare il pericolo di formazione di gelo. Ciò può dipendere da vari fattori tra i quali:
  - Velocità minima di scorrimento nella condotta
  - Altitudine della galleria
  - Condizioni climatiche
  - Temperature dell'acqua nel punto di allacciamento

  La sabbia, utilizzata usualmente per coprire la condotta, può essere, in questo caso, sostituita con altri materiali di riempimento idonei dalle buone caratteristiche isolanti.

Idranti

- Gli idranti devono essere efficienti e all'interno della stessa tratta di strada nazionale devono essere dello stesso tipo.
- Per un impiego sicuro in galleria, gli idranti devono soddisfare i seguenti requisiti minimi:
  a. idrante a uno sbocco con attacco Storz DN 75 mm o idrante a due sbocchi con attacchi Storz DN 2 x 75 mm, con comando separato delle uscite
  b. con scarico a pavimento DN 100 mm o 125 mm (con o senza doppia saracinesca); in caso di idranti senza doppia saracinesca deve essere montata una saracinesca supplementare tra la condotta principale dell'acqua antincendio e l'idrante
  c. impiego di materiali inossidabili ed elevata protezione anticorrosione integrale all'interno ed all'esterno (ad es. mediante rivestimento epossidico a film spesso o con esecuzione interamente smaltata).
- Possono essere montati solo idranti del tipo A (a frattura prestabilita e con svuotamento), approvati dalla Società Svizzera dell'Industria del Gas e delle Acque (SSIGA).
- Nelle gallerie non sono ammessi idranti sottosuolo.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Scheda 24 001-10402 Banchine

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 24 001-10701 Approvvigionamento idrico antincendio

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Nelle gallerie gli idranti sono installati in apposite nicchie. In tal modo non si riduce lo spazio utile per il traffico lungo le banchine e gli idranti sono protetti in modo efficace. Le nicchie devono garantire la possibilità di utilizzare gli idranti senza problemi. L'azionamento di un idrante è richiesto nelle situazioni seguenti:

- utilizzo in caso d'incendio per l'allacciamento di manichette
- prelievo di acqua per la pulizia della galleria e lavori di manutenzione
- lavori di installazione (montaggio, smontaggio) dell'idrante o delle rispettive parti componenti
- lavori di manutenzione, test periodici e pulizia dell'idrante.

3. Requisiti

Nicchie

- Le dimensioni minime delle nicchie per gli idranti sono definite nella norma SIA 197/2, tuttavia per alcuni tipi di idranti risultano insufficienti. Le nicchie devono avere dimensioni tali da garantire che tutte le operazioni effettuate sull'idrante possano essere svolte agevolmente, considerando anche gli attrezzi e le chiavi necessarie. Per gallerie su strade nazionali sono richieste nicchie aventi le dimensioni riportate nello schema seguente:

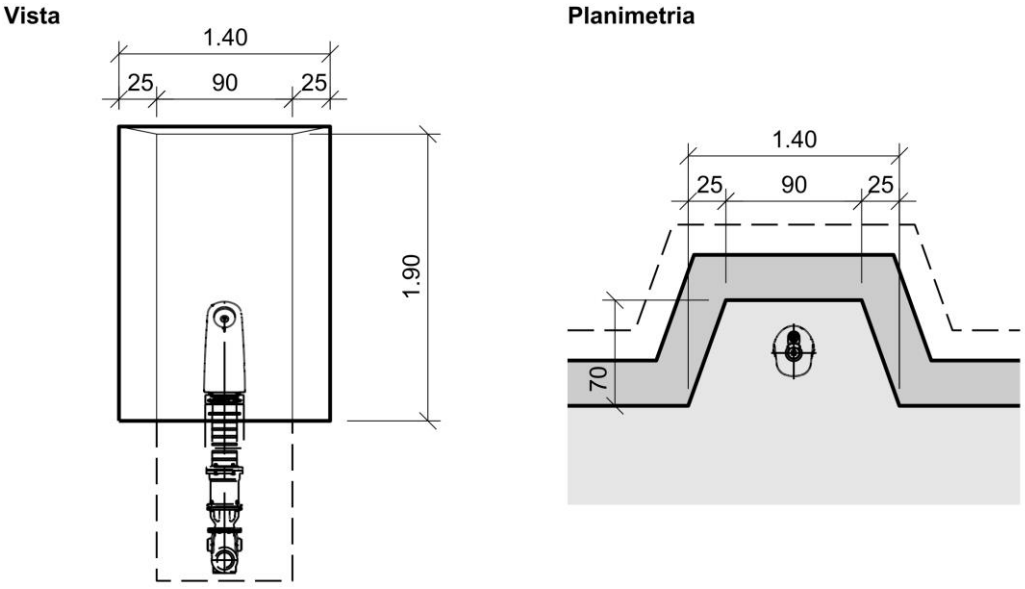


Figura 1: Nicchia per idrante, vista e planimetria

Drenaggio delle nicchie

- Realizzare il pavimento delle nicchie (base dell'idrante) in modo che l'eventuale acqua (acqua di lavaggio, spruzzi d'acqua, acqua di condensa) possa defluire attraverso la banchina sulla carreggiata o nella caditoia a fessura.
- Durante le operazioni di lavaggio periodiche degli idranti, l'acqua deve essere convogliata verso la carreggiata, in modo che possa defluire attraverso la caditoia a fessura.
- L'acqua proveniente dallo svuotamento di un idrante deve essere convogliata mediante apposita tubazione verso la condotta per l'acqua d'infiltrazione. Se a causa della forza di gravità questo non è possibile, l'acqua può essere convogliata anche nel canale tecnico. Se quest'ultimo non è presente, è possibile prevedere un avvallamento nella nicchia per la raccolta dell'acqua, che verrà quindi evacuata in un secondo momento con una pompa mobile o un dispositivo di aspirazione. L'acqua non può essere fatta defluire nel letto stradale.

Collegamento con il canale tecnico

- Realizzare il collegamento alla condotta antincendio nel canale tecnico o nella banchina in modo che la condotta secondaria all'idrante possa essere sostituita senza difficoltà. Al riguardo, prestare attenzione alla corretta disposizione dei manicotti e delle flange, nonché alla lunghezza degli spezzoni di tubo.

Idranti

- I requisiti degli idranti sono descritti nella scheda tecnica 24 001-10710 "Approvvigionamento idrico antincendio".

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali)

Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

Scheda 24 001-10402 Banchine

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La principale funzione delle nicchie SOS è consentire una rapida segnalazione di incidenti e situazioni di emergenza particolari. Queste nicchie sono dotate di una colonnina SOS che contiene un sistema per chiamate di emergenza e due estintori.

Le nicchie SOS non sono progettate come spazi di fuga, di conseguenza non offrono alcuna protezione in caso di incendio e conseguente sviluppo di fumo.

Le apparecchiature montate nelle nicchie SOS sono separate dallo spazio di transito da una porta. Queste nicchie separate sono soggette a diversi requisiti spaziali e dimensionali, illustrati nel seguito.

3. Requisiti

Principi generali

- Non è consentito combinare una nicchia SOS con una via di fuga.
- Mantenere una distanza minima di 3 metri tra una nicchia SOS e una via di fuga; tale distanza è misurata tra le rispettive demarcazioni colorate (vedere Direttiva ASTRA 13010 "Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali").

Schema

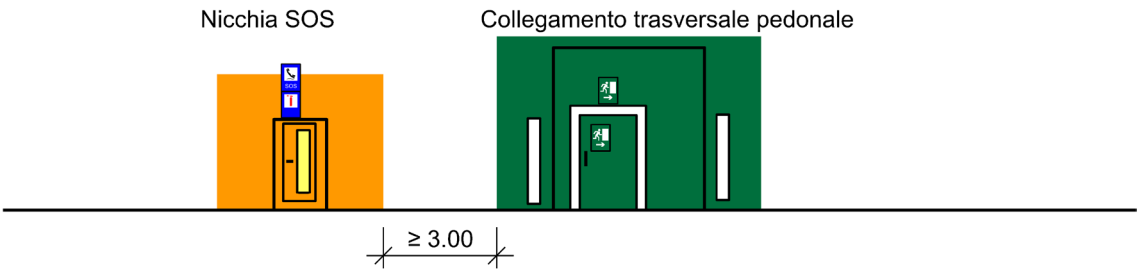


Figura 1: Distanza tra nicchia SOS e via di fuga

Equipaggiamento delle nicchie SOS

- Le nicchie SOS sono provviste di una porta a battenti con finestra. Maggiori dettagli sono contenuti nella direttiva ASTRA 13011 su porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali.
- La colonnina SOS include un telefono d'emergenza e un armadietto con due estintori. In mancanza di indicazioni più precise, la colonnina SOS dovrà avere le dimensioni riportate nella Figura 2.

Dimensioni della nicchia SOS

- Le dimensioni della nicchia SOS sono riportate nella Figura 2
- Per sorreggere la colonnina SOS prevedere un basamento di fondazione con una canaletta alla quale sono raccordati i tubi vuoti (Figura 2). La parte del basamento non coperta dalla colonnina SOS può essere rivestita con lamiera striata resistente alla corrosione.

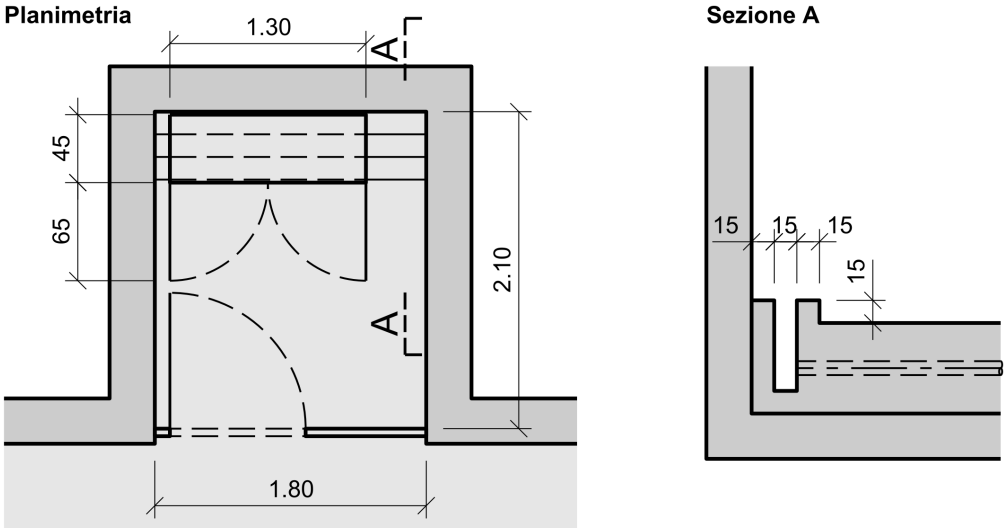


Figura 2: Dimensioni della nicchia SOS e dell'armadio d'allarme

- L'altezza libera è pari a 2.40 m.
- Il pavimento della nicchia SOS è in calcestruzzo, senza pendenza.
- Non prevedere doppi fondi, non essendosi dimostrati validi a lungo termine.

Collegamenti al canale tecnico o al blocco portacavi

- Il numero e la disposizione dei tubi vuoti per i collegamenti nella nicchia SOS dipendono dalle esigenze dei responsabili per la pianificazione degli equipaggiamenti di sicurezza. In mancanza di indicazioni, raccordare tre tubi vuoti del tipo HDPE Ø 92/80 mm alla canaletta nel basamento di fondazione e collegarli al canale tecnico o al blocco portacavi.
- Assicurare che tutti i collegamenti al canale tecnico siano compartimentati ai fini della resistenza al fuoco e dell'ermeticità.

Tinteggiatura e segnaletica

- I requisiti relativi alla tinteggiatura delle nicchie SOS sono definiti nella Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali).
- I requisiti relativi alla segnaletica delle nicchie SOS sono definiti nella Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali.

Drenaggio

- L'acqua eventualmente penetrata nella nicchia SOS (acqua di lavaggio, acqua di condensa e acqua d'infiltrazione) può essere fatta defluire direttamente nel letto stradale con un tubo flessibile tipo KRF da 40 mm, a condizione che si tratti esclusivamente di acqua di condensa o acqua di lavaggio fluita in piccole quantità durante la pulizia della galleria. Eventuale acqua di cantiere, penetrata ad esempio durante lavori di manutenzione, deve essere in ogni caso pompata separatamente. Prevedere, eventualmente, un pozzetto pompa. Il tubo di drenaggio deve poter essere chiuso con un tappo.

Ventilazione

- Le nicchie SOS non sono aree di rifugio e quindi non sono ventilate.

Nicchia combinata SOS - idrante

- Può risultare opportuno combinare in un'unica nicchia idrante e colonnina SOS. In questo caso l'idrante viene collocato davanti alla nicchia SOS (Figura 3).

Planimetria

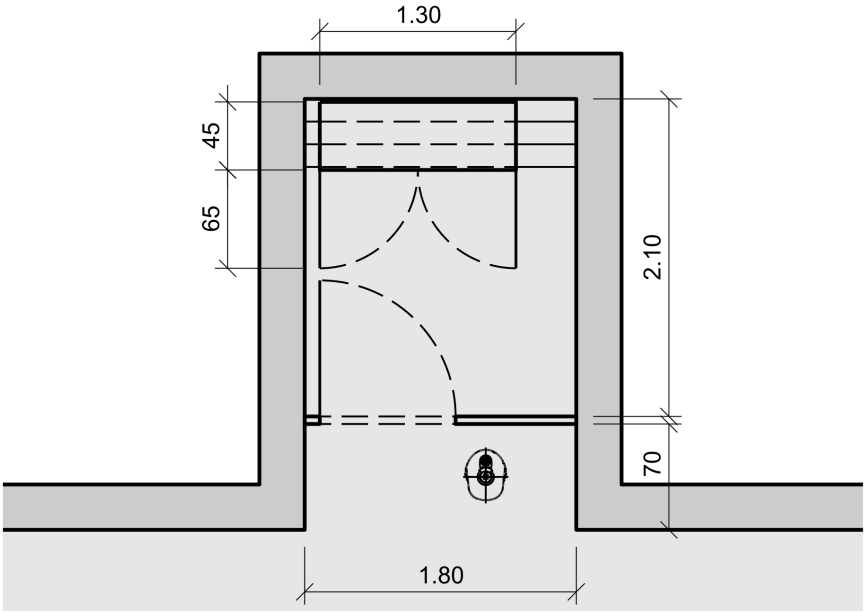


Figura 3: Combinazione di una nicchia SOS e di una nicchia idrante

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali)

Scheda 24 001-10103 Pendenza trasversale

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 24 001-10602 Caditoia a fessura

Scheda 24 001-10603 Pozzetto sifonato

Scheda 24 001-10707 Cunicoli di sicurezza e di fuga

Scheda 24 001-10709 Protezione da urto nelle gallerie stradali

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le piazzole d'emergenza, cioè le aree di stazionamento per veicoli in panne, permettono agli utenti della strada in casi di emergenza di fermarsi fuori della carreggiata senza ostacolare il resto del traffico.

La progettazione delle piazzole d'emergenza deve essere conforme alla scheda 24 001-10709.

3. Requisiti

Sagoma limite

- L'altezza libera nella piazzola d'emergenza si compone dei seguenti elementi:
  - sagoma limite per veicoli 4.50 m
  - spazio per BSA 40 cm
  - spazio utile costruttivo t calcolato secondo SIA 197
- La larghezza libera della piazzola d'emergenza è pari a 3.20 m e viene misurata tra la banchina della piazzola e il prolungamento immaginario della banchina della galleria (vedere Figura 2*Figura 3* fino a Figura 1).
- La pendenza trasversale della piazzola d'emergenza è identica a quella della carreggiata (stessa pendenza e inclinazione nella stessa direzione).
- La lunghezza effettivamente necessaria per una piazzola d'emergenza nel traffico bidirezionale si basa sulla dimensione dei veicoli attualmente omologati, inclusa la curva trattrice. Ingombro: a seconda dei sistemi di ritenuta stradale adottati, la lunghezza di una

piazzola d'emergenza deve essere di almeno 30 m (nota informativa: autoarticolato L=16,50 m, autotreno con rimorchio L=18,75 m).

Aspetti costruttivi

- Per garantire la protezione da urto nelle gallerie a senso unico di marcia trovano impiego le seguenti varianti di configurazione (per la scelta delle varianti vedi scheda tecnica 24 001-10709):
  - parete della galleria smussata in rapporto > 10:1
  - attenuatore d'urto
  - barriera/parapetto smussati
- Per garantire la protezione da urto nelle gallerie a traffico bidirezionale trovano impiego le seguenti varianti di configurazione (per la scelta delle varianti vedi scheda tecnica 24 001-10709):
  - parete della galleria smussata in rapporto > 10:1
  - attenuatore d'urto
- Se presente, la soletta intermedia dovrà essere estesa senza modificarne la geometria sopra le corsie di marcia, ad eccezione delle aree d'appoggio. La soletta intermedia direttamente sopra la piazzola d'emergenza deve essere piana (parallela alla carreggiata) e con il rispettivo appoggio realizzato come nella galleria (Figura 1).
- In considerazione delle luci spesso ampie in corrispondenza delle piazzole d'emergenza, in questa zona è possibile anche prevedere la sospensione della soletta intermedia, in aggiunta alle mensole di appoggio laterali. I requisiti al riguardo sono riportati nelle schede 24 001-10202 "Soletta intermedia" e 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione" (Figura 1).

Sezione tipo

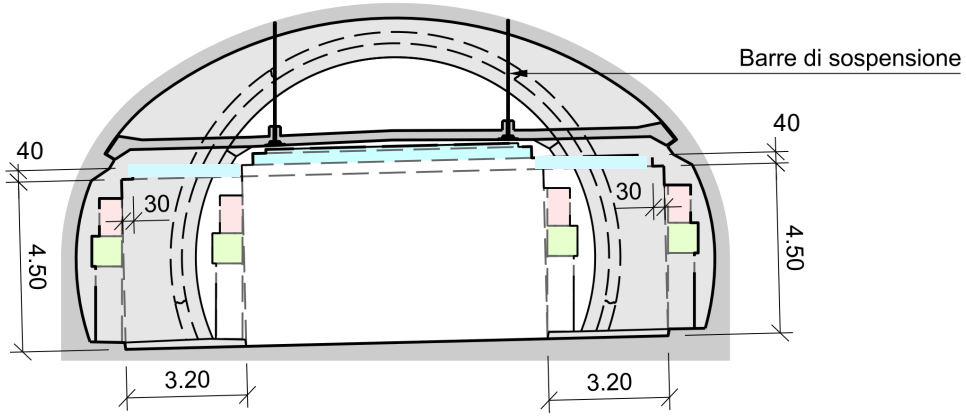


Figura 1: Sezione tipo di una nicchia di sosta

- Le pareti frontali devono essere armate. In quest'area non è normalmente necessaria una mensola d'appoggio per la soletta intermedia.
- Nella piazzola d'emergenza prevedere una scala per salire alla soletta intermedia e una per scendere nel canale tecnico. Il vano scale deve essere situato fuori dalla piazzola d'emergenza e può essere ragionevolmente combinato con un cunicolo di fuga (Figura 2). La scala deve avere una larghezza libera di 1 metro. In caso di piazzole d'emergenza situate una di fronte all'altra, dotare di vano scale una sola piazzola.
- A livello della carreggiata, esternamente alle corsie, occorre prevedere un'apertura di montaggio con accesso al canale tecnico, avente dimensioni libere minime di 1.00 m x 4.00 m (vedere anche la scheda 24 001-10705 "Collegamenti trasversali carrabili").
- In caso di piazzole d'emergenza situate una di fronte all'altra, dotare una sola piazzola di idrante, conformemente alla norma SIA 197/2.

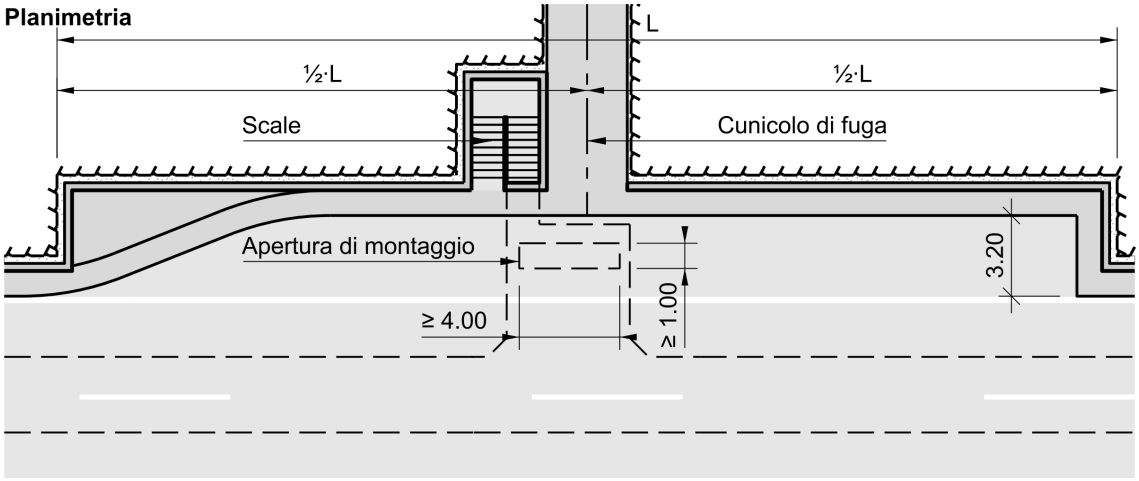


Figura 2: Nicchia di sosta con cunicolo di sicurezza

Drenaggio

- Il drenaggio delle piazzole d'emergenza avviene attraverso la caditoia a fessura. I requisiti al riguardo sono indicati nella scheda 24 001-10602 "Caditoia a fessura".
- In base alla geometria del bordo della banchina e alla guida della caditoia a fessura, prevedere un pozzetto sifonato all'inizio, all'interno ed alla fine della piazzola d'emergenza.
- In caso di smusso orizzontale pronunciato della banchina in corrispondenza delle piazzole d'emergenza, è possibile interrompere localmente la caditoia a fessura per una lunghezza massima di 5 m (vedere Figura 3 e Figura 4).

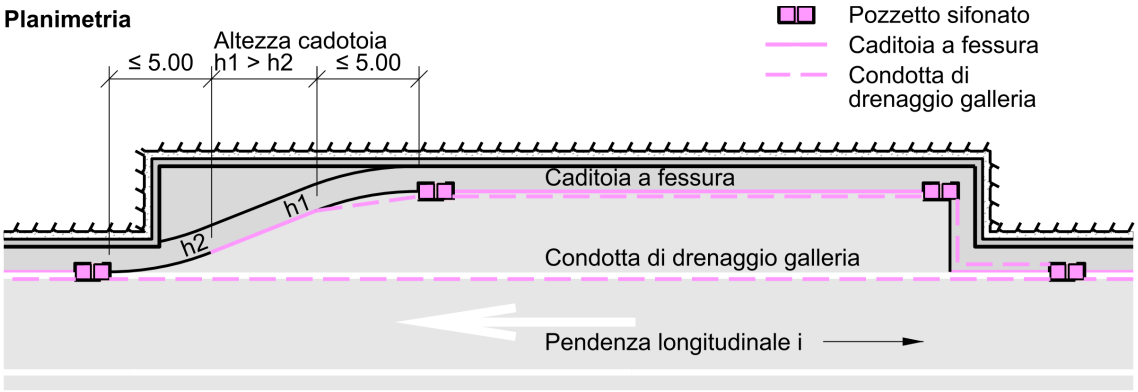


Figura 3: Piazzola d'emergenza secondo la fig. 3 della SIA 197/2

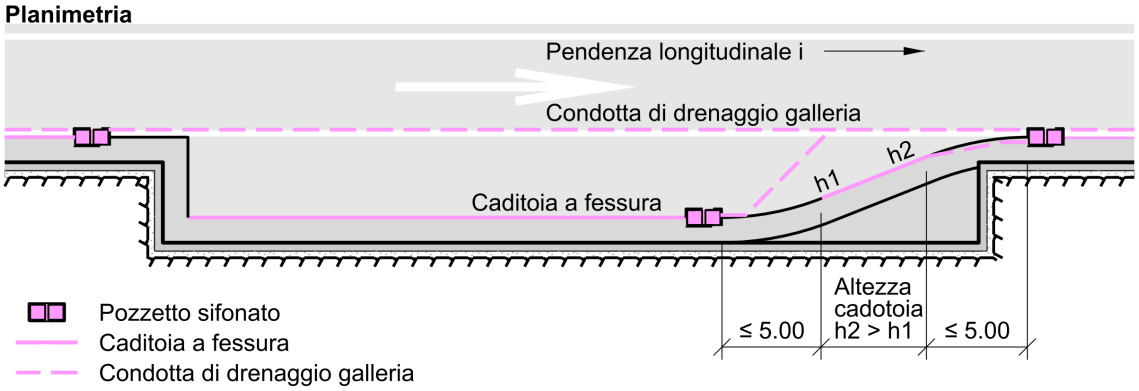


Figura 4: Piazzola d'emergenza secondo la fig. 3 della SIA 197/2

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13002 *Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln* (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Scheda 24 001-10101 Andamento planimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10102 Andamento altimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10706 Collegamenti trasversali pedonali

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

I collegamenti trasversali carrabili (QV) collegano sempre tra loro le due canne della galleria. Il loro utilizzo è previsto in caso di pronto intervento.

L'azione dei pompieri per operazioni di salvataggio e spegnimento si svolge in prima istanza dalla canna adiacente, attraverso i collegamenti trasversali più vicini al punto dell'incidente o dell'incendio.

3. Requisiti

Sagoma limite per "collegamento trasversale carrabile"

- La sezione tipo per collegamenti trasversali carrabili si ricava dalle caratteristiche meccaniche della roccia o dall'analisi statica della galleria e dipende anche dai collegamenti tra i due canali tecnici ed eventualmente tra i canali di ventilazione, così come dalle condizioni dell'acqua d'infiltrazione, con anello interno e impermeabilizzazione corrispondenti (vedere Figura 1).
- I collegamenti trasversali carrabili vanno eseguiti preferibilmente con anello interno e impermeabilizzazione, analogamente alle canne della galleria (stesso tipo di impermeabilizzazione e rivestimento definitivo), salvo che l'impermeabilità degli interventi in fase di scavo non corrisponda alla classe di impermeabilità 2. In questo caso è sufficiente prevedere la realizzazione dell'anello interno per pochi metri all'imbocco del collegamento, a partire dalla volta della galleria.

- La sagoma limite del collegamento trasversale carrabile deve avere una larghezza minima di 4.00 m e un'altezza minima di 4.30 m. Tali quote vanno mantenute per l'intera lunghezza del collegamento trasversale.
- Deve inoltre essere assicurata la possibilità di percorrere il collegamento a piedi, secondo i requisiti riportati nella scheda tecnica 24 002-10706 "Cunicoli trasversali pedonali".
- Le nicchie per gli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA) o i locali tecnici devono essere ubicati preferibilmente in prossimità dei collegamenti trasversali carrabili. L'accesso delle persone avviene attraverso il canale tecnico.

Sezione tipo

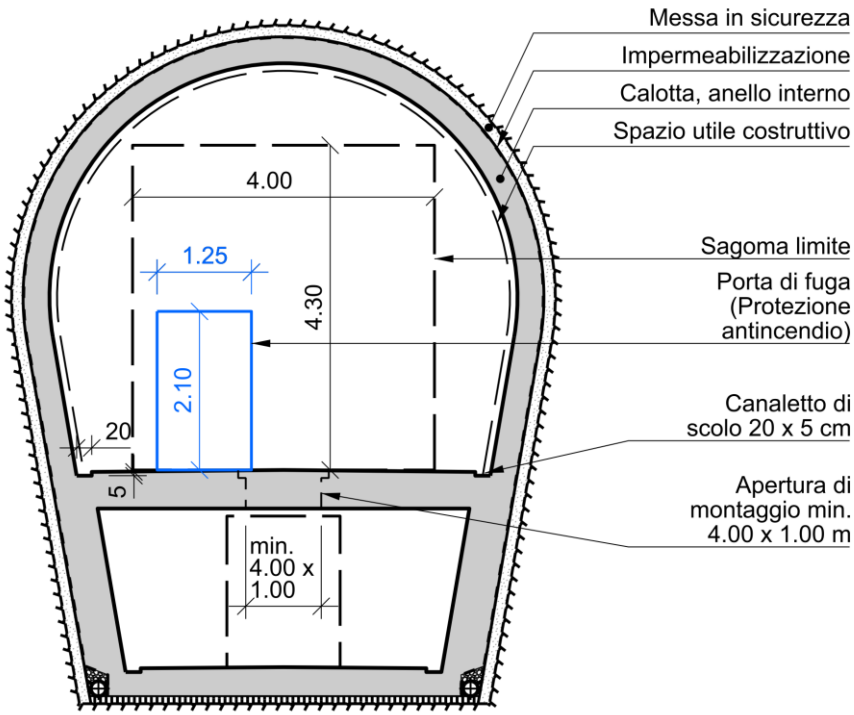


Figura 1: Sezione tipo di un cunicolo trasversale carrabile

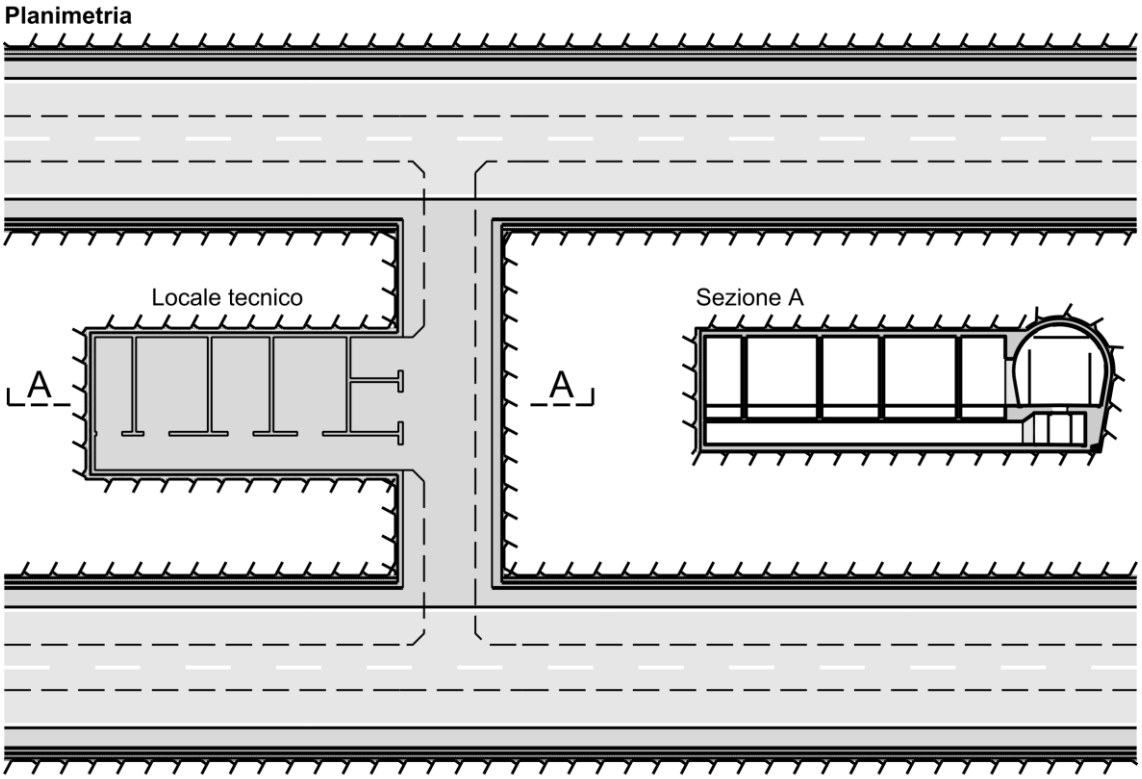


Figura 2: Planimetria e sezione tipo con locale tecnico

Porte pedonali e carrabili

- Le luci delle porte carrabili e delle porte pedonali in esse integrate devono essere conformi alla Direttiva ASTRA 13001 "*Türen und Tore in Strassentunneln*" (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali).

Canali tecnici

- Per separare il collegamento trasversale carrabile dal canale tecnico sottostante si raccomanda la realizzazione di una piastra carrabile.
- In corrispondenza dei collegamenti trasversali carrabili, i canali tecnici devono essere obbligatoriamente collegati tra loro.
- In corrispondenza del canale di collegamento deve essere prevista un'apertura di montaggio avente dimensioni libere minime di 1.00 m × 4.00 m. Attraverso questa apertura di montaggio vengono trasportati anche i tubi per la condotta antincendio.

Planimetria

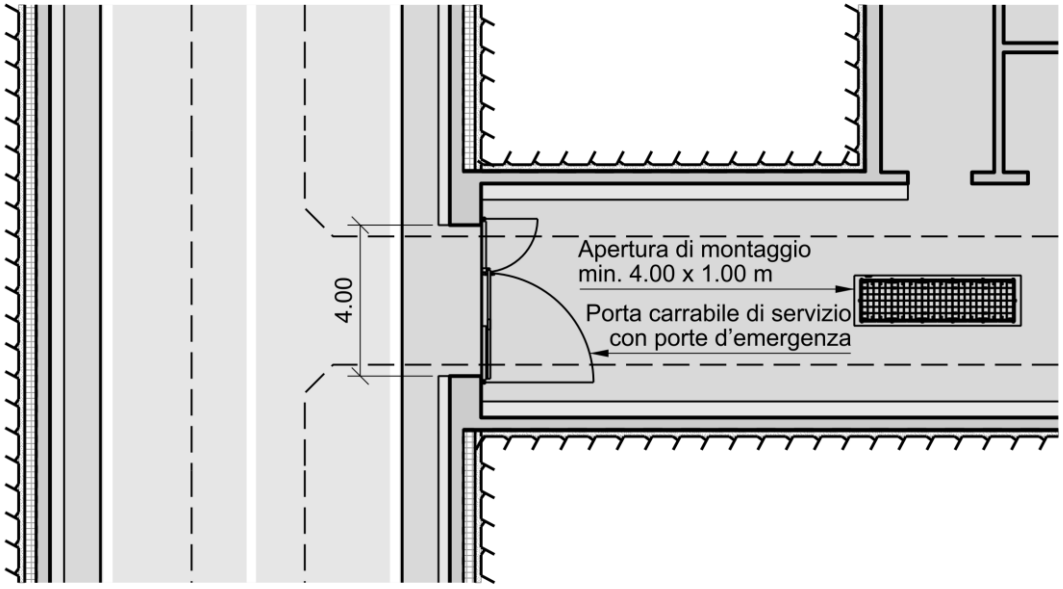


Figura 3: Planimetria con apertura di montaggio verso il canale tecnico

Sezione longitudinale

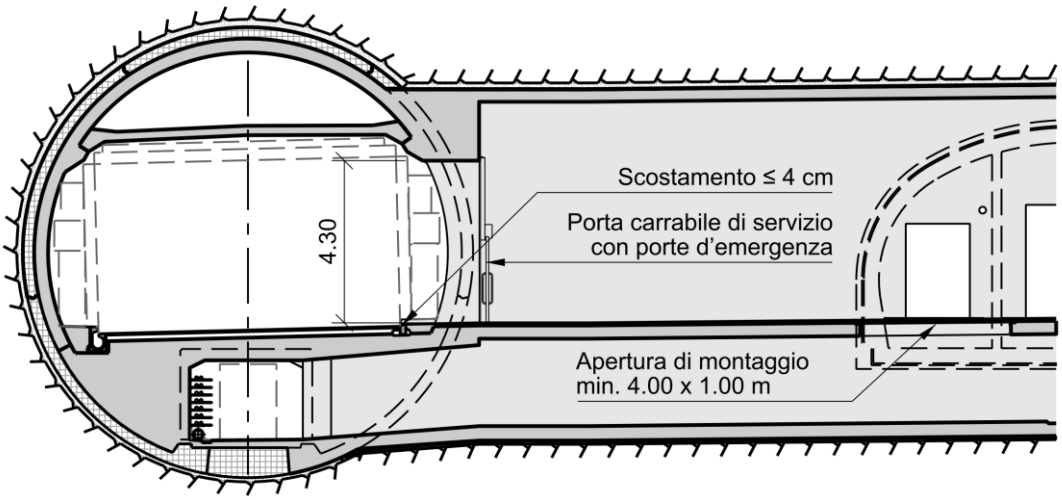


Figura 4: Sezione longitudinale con apertura di montaggio verso il canale tecnico

Drenaggio

- Per motivi di sicurezza (pericolo d'esplosione o di infiltrazione di fumo e gas tossici da combustione in caso d'incendio nello spazio di transito), la condotta di drenaggio stradale non può essere posata nei collegamenti trasversali, nel cunicolo di sicurezza, nei cunicoli di fuga o in altre vie di fuga chiuse (vedere anche la scheda tecnica 24 001-10706 "Collegamenti trasversali pedonali").

Ventilazione

- È necessario prevedere degli accessi ai canali di ventilazione. Se necessario, questi possono essere realizzati in combinazione con un vano scale (non mostrato nella Figura 4).

Scale

- In base al progetto costruttivo, nella disposizione di vani scala o locali tecnici potrebbe essere necessario inserire delle scale, che dovranno essere progettate secondo la norma SIA 197/2, punto 8.8.6.
- Scale e pianerottoli devono avere un andamento rettilineo ed essere percorribili in sicurezza. Non è consentito l'uso di scale a chiocciola.
- Le scale devono essere provviste di ringhiera o corrimano.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13002 *Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln* (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Scheda 24 001-10101 Andamento planimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10102 Andamento altimetrico del tracciato

Scheda 24 001-10404 Canale tecnico

Scheda 24 001-10705 Collegamenti trasversali carrabili

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

I collegamenti trasversali pedonali assumono la funzione di via di fuga tra le canne in gallerie a doppia fornice oppure fungono da collegamento di accesso al cunicolo di sicurezza nel caso di gallerie a singola canna. Conformemente alla norma SIA 197/2, devono essere posti a una distanza di 300 m l'uno dall'altro.

In gallerie a doppia canna i collegamenti trasversali collegano le due fornici ad intervalli regolari.

Talvolta, gallerie a singola canna sono dotate di un cunicolo o di un canale parallelo indipendente dallo spazio di transito, disposto a una certa distanza dalla galleria (cunicolo di sicurezza) o sotto la carreggiata (canale tecnico).

L'accesso al cunicolo di sicurezza avviene tramite i collegamenti trasversali.

3. Requisiti

Sagoma limite per "collegamento trasversale pedonale"

- Le dimensioni minime indicate nella norma 197/2 derivano dalle dimensioni dei macchinari di scavo. L'elemento determinante ai fini dell'utilizzo dei collegamenti trasversali pedonali è la sagoma limite per le persone in fuga. La sagoma limite del collegamento trasversale pedonale deve avere una larghezza minima di 1.50 m e un'altezza minima di 2.20 m.
- I collegamenti trasversali pedonali verso un cunicolo di sicurezza possono essere eseguiti senza anello interno e impermeabilizzazione, a condizione che l'impermeabilità degli interventi in fase di scavo corrisponda alla classe d'impermeabilità 2. Il raccordo del collegamento trasversale alla galleria deve essere realizzato in modo da consentire

l'applicazione del sistema di impermeabilizzazione e la corretta integrazione della porta. Normalmente è sufficiente prevedere la realizzazione dell'anello interno per pochi metri all'imbocco del collegamento, a partire dalla volta della galleria. I collegamenti trasversali che collegano due canne vanno eseguiti preferibilmente in modo analogo a queste ultime (stesso tipo di impermeabilizzazione e rivestimento definitivo).

- I requisiti per porte pedonali e carrabili sono riportati nella Direttiva ASTRA 13011 "*Türen und Tore in Strassentunneln*" (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali).
- Le demarcazioni delle vie di fuga sono stabilite nella Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali.

Sezione tipo

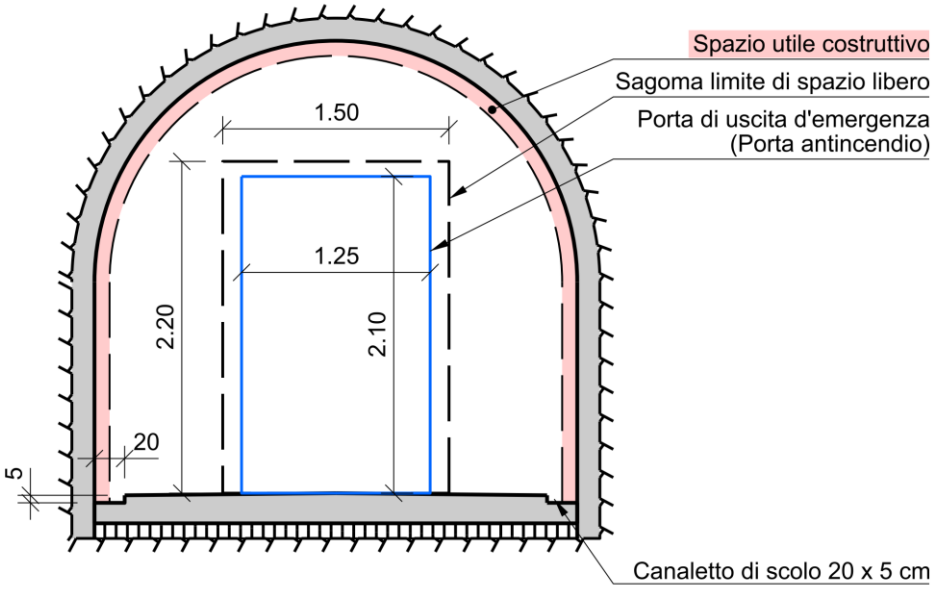


Figura 1: Sezione tipo di un cunicolo trasversale pedonale

Drenaggio

- Su entrambi i lati del collegamento trasversale deve essere prevista una canaletta di scolo avete dimensioni minime pari a 20 cm (larghezza) x 5 cm (altezza).
- L'acqua raccolta dalle canalette di scolo può essere evacuata in due modi, a seconda della pendenza e del numero di canne della galleria:
    1. L'acqua può essere convogliata tramite pozzetto sifonato nel sistema di drenaggio stradale. Al riguardo, assicurare che la condotta di scarico delle acque d'infiltrazione venga ermeticamente allacciata al successivo sifone e vengano rispettate le condizioni di sovrapressione nel collegamento trasversale. Va assolutamente evitato un eventuale riflusso dal pozzetto sifonato.
    2. L'acqua scorre lungo le canalette di scolo nei cunicoli di sicurezza e viene qui convogliata in una condotta di raccolta.
- Per motivi di sicurezza (pericolo d'esplosione o di infiltrazione di fumo e gas tossici da combustione in caso d'incendio nello spazio di transito), la condotta di drenaggio stradale

non può essere posata nei collegamenti trasversali, nel cunicolo di sicurezza, nei cunicoli di fuga o in altre vie di fuga chiuse.

Planimetria

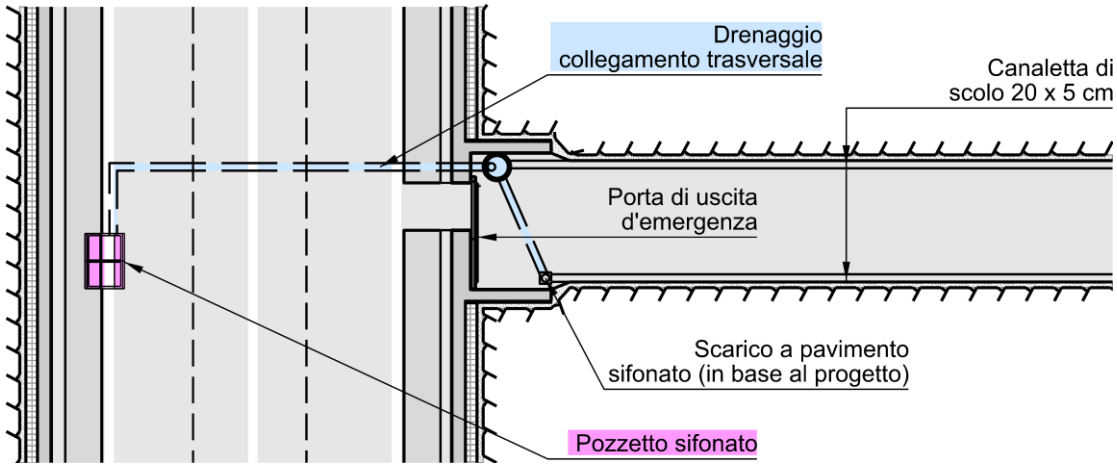


Figura 2: Planimetria di un cunicolo trasversale pedonale

Sezione longitudinale

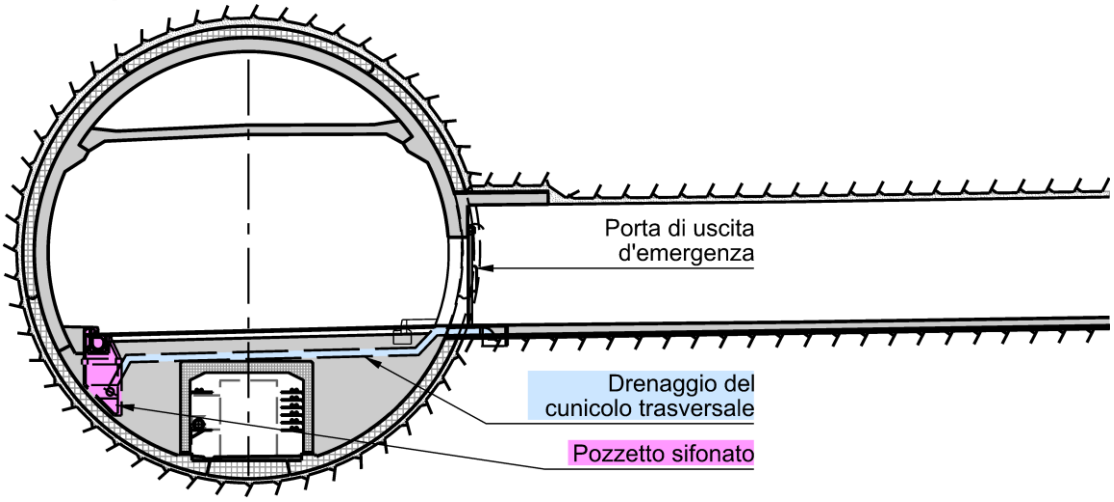


Figura 3: Sezione longitudinale di un cunicolo trasversale pedonale

Ventilazione

- Pianificare una ventilazione in sovrapressione secondo la Direttiva ASTRA 13002 "*Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln*" (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali).

Rampe e scale

- In base alla pendenza longitudinale, per i collegamenti trasversali pedonali potrebbero essere richieste rampe o scale, che dovranno essere progettate secondo la norma SIA 197/2, punto 8.8.6.
- Scale e pianerottoli devono avere un andamento rettilineo ed essere percorribili a piedi in sicurezza. Non è consentito l'uso di scale a chiocciola.
- Le scale devono essere provviste di ringhiera o eventualmente di un corrimano.
- Scale più lunghe devono avere una larghezza utile di almeno 1.50 m. Le scale rettilinee vanno dotate di pianerottolo intermedio ogni 15 - 18 scalini. I pianerottoli intermedi devono avere una superficie utile minima di 1.50 m x 2.50 m.
- Le scale di fuga in lunghi pozzi inclinati devono essere provviste di pianerottoli intermedi.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13002 *Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln* (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte pedonali e carrabili nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Scheda 24 001-10604 Condotta di drenaggio stradale

Scheda 24 001-10706 Collegamenti trasversali pedonali

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Mediante la costruzione di un cunicolo di sicurezza (SISTO) che corre parallelo a una galleria stradale a singola canna oppure la realizzazione di cunicoli di fuga che conducono direttamente all'esterno, gli utenti della galleria possono fuggire, in caso di pericolo, attraverso le porte di uscita d'emergenza collocate a distanze regolari (principio dell'autosalvataggio).

La Direttiva ASTRA 13002 "*Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln*" (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali) descrive i sistemi di ventilazione per i cunicoli di sicurezza, le vie di fuga e i collegamenti trasversali e stabilisce i principi e i criteri per la selezione del sistema più idoneo, la corretta messa in opera e l'esercizio dell'impianto di ventilazione separato.

3. Requisiti

Aspetti teorici

- Nell'ambito del piano di conservazione o del progetto generale va stabilito se adottare un sistema di vie di fuga puntuali che portano direttamente all'esterno, oppure realizzare un cunicolo di sicurezza parallelo. Nella scelta dei punti in cui collocare le uscite va assicurato che sia possibile utilizzare le uscite di fuga in tutte le stagioni dell'anno e compatibilmente con i possibili pericoli naturali, permettendo al contempo il salvataggio dall'esterno.
- Nella pianificazione dei cunicoli di sicurezza e dei cunicoli di fuga che portano direttamente all'esterno è necessario considerare i seguenti criteri, conformemente alle prescrizioni della scheda tecnica 24 001-10706 "Collegamenti trasversali pedonali":
  - lunghezza totale
  - geologia/idrogeologia

- accessibilità al piano campagna
- posizione del portale dei cunicoli al di fuori dell'soggetta ai fumi che fuoriescono dal portale della galleria principale
- aspetti legati a eventuali vincoli (incluso il rumore della ventilazione)
- requisiti BSA (linee di transito, locali tecnici, allacciamenti elettrici, ecc.).

Requisiti costruttivi

- Le indicazioni sulla sagoma limite sono riportate nella scheda tecnica 24 001-10706 "Collegamenti trasversali pedonali".
- Se le condizioni geologiche e idrogeologiche lo consentono, il cunicolo di sicurezza o i cunicoli di fuga possono essere realizzati senza impermeabilizzazione e senza rivestimento definitivo (classe di impermeabilità 3).

Drenaggio

- Le indicazioni sul drenaggio sono riportate nella scheda tecnica 24 001-10706 "Collegamenti trasversali pedonali".
- Per motivi di sicurezza (pericolo d'esplosione o di infiltrazione di fumo e gas tossici da combustione in caso d'incendio nello spazio di transito), la condotta di drenaggio stradale non può essere posata nei collegamenti trasversali, nel cunicolo di sicurezza, nei cunicoli di fuga o in altre vie di fuga chiuse.

Ventilazione

- Nei cunicoli di sicurezza, un impianto di ventilazione separato assicura che la via di fuga sia libera da fumo e sostanze nocive. Pianificare una ventilazione in sovrapressione secondo la Direttiva ASTRA 13002 "*Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln*" (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali).

Compartimentazione

- Una compartimentazione è costituita da un vano chiuso da due porte autochiudenti, una verso il cunicolo di sicurezza e l'altra verso l'esterno. Le porte non devono bloccarsi reciprocamente (Figura 1).
- La compartimentazione deve essere sufficientemente ampia in modo da garantire che una porta sia già chiusa prima che si apra la seconda.

Schema

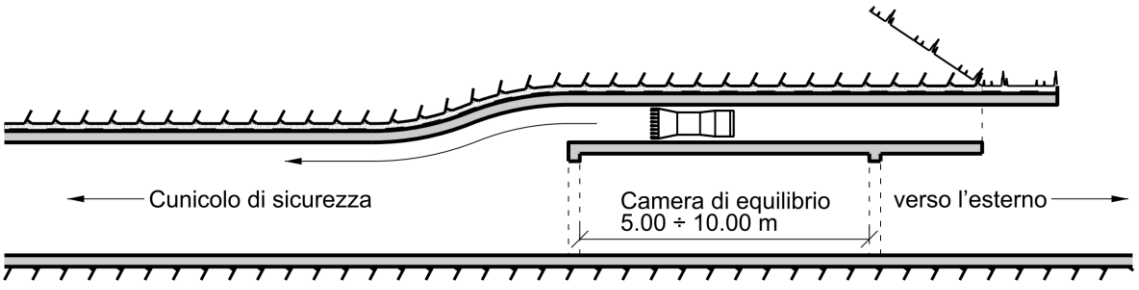


Figura 1: Camera d'equilibrio di un cunicolo di sicurezza

1. Riferimenti

Direttiva ASTRA 11005 *Fahrzeugrückhaltesysteme* (Sistemi di ritenuta stradale)

Direttiva ASTRA 12008 *Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten* (Urto di veicoli su componenti dei manufatti)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Direttiva ASTRA 13011 *Türen und Tore in Strassentunneln* (Porte e porte carrabili nelle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13015 Impianti d'illuminazione

Direttiva ASTRA 19004 Analisi di rischio per le gallerie delle strade nazionali

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 Projektierung Tunnel – Strassentunnel (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SN 640 560 *Passive Sicherheit im Strassenraum – Grundnorm* (Sicurezza passiva nello spazio stradale – Norma base)

VSS 40 561 *Passive Sicherheit im Strassenraum – Fahrzeug-Rückhaltesysteme* (Sicurezza passiva nello spazio stradale – Sistemi di ritenuta stradale)

VSS 40 822 *Leiteinrichtungen* (Dispositivi di delimitazione del tracciato stradale)

EN 1317-1 Sistemi di ritenuta stradale – Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova

EN 1317-2 Sistemi di ritenuta stradale – Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari

EN 1317-3 Sistemi di ritenuta stradale – Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto

Scheda 24 001-10805 Progettazione dei portali

2. Termini, definizioni

La presenza di pareti frontali di piazzole d'emergenza, situate lateralmente allo spazio di transito, in genere disposte perpendicolarmente al senso di marcia, collegamenti trasversali, restringimenti della sezione trasversale delle gallerie e degli imbocchi è problematica in quanto tali elementi rappresentano ostacoli e costituiscono punti potenzialmente pericolosi nei quali un eventuale urto in caso di incidente può avere conseguenze gravi. Durante la progettazione si deve pertanto verificare quali misure attuare per evitare incidenti del genere o perlomeno per ridurne l'entità.

L'andamento planimetrico e altimetrico del tracciato e la configurazione dello spazio laterale vanno progettati in modo tale da evitare punti pericolosi di questo genere. Qualora tuttavia non si possano evitare punti pericolosi in galleria o laddove fossero già presenti, per esempio nel caso di una parete frontale perpendicolare al senso di marcia, si deve verificare l'impiego di sistemi di sicurezza passivi.

In tal senso, nelle gallerie stradali trovano impiego in genere sistemi di ritenuta stradale (FZRS) quali attenuatori d'urto e barriere di sicurezza nonché misure architettoniche, quali parapetti veicolari.

Secondo la norma SN 640 560 un sistema di ritenuta stradale è un sistema realizzato nello spazio laterale che trattiene un veicolo uscito di strada fino a un determinato livello di contenimento. Gli attenuatori d'urto sono sistemi di ritenuta stradale in genere antistanti un ostacolo, disposti principalmente nell'eventualità di un urto frontale. Le barriere di sicurezza sono dispositivi di protezione cedevoli, progettati per gli urti laterali.

I parapetti veicolari, invece, sono elementi architettonici di materiale non cedevole all'impatto.

3. Piazzole d'emergenza in galleria

Aspetti generali

La norma SIA 197/2 alle cifre 8.8.2.2 e 8.8.3.2 richiede che nelle gallerie stradali a traffico bidirezionale ogni 600 massimo 900 m siano disposte delle piazzole d'emergenza reciprocamente opposte (piazzole di sosta d'emergenza). Nelle gallerie stradali a senso unico di marcia non sono previste piazzole d'emergenza, tranne nel caso in cui le centrali sotterranee non siano accessibili dall'esterno (piazzole di manutenzione).

Le piazzole d'emergenza servono per un'eventuale fermata di emergenza in galleria con un veicolo in panne senza ostacolare il traffico e/o come zona di sosta per il servizio di manutenzione (accesso a una centrale).

Planimetria

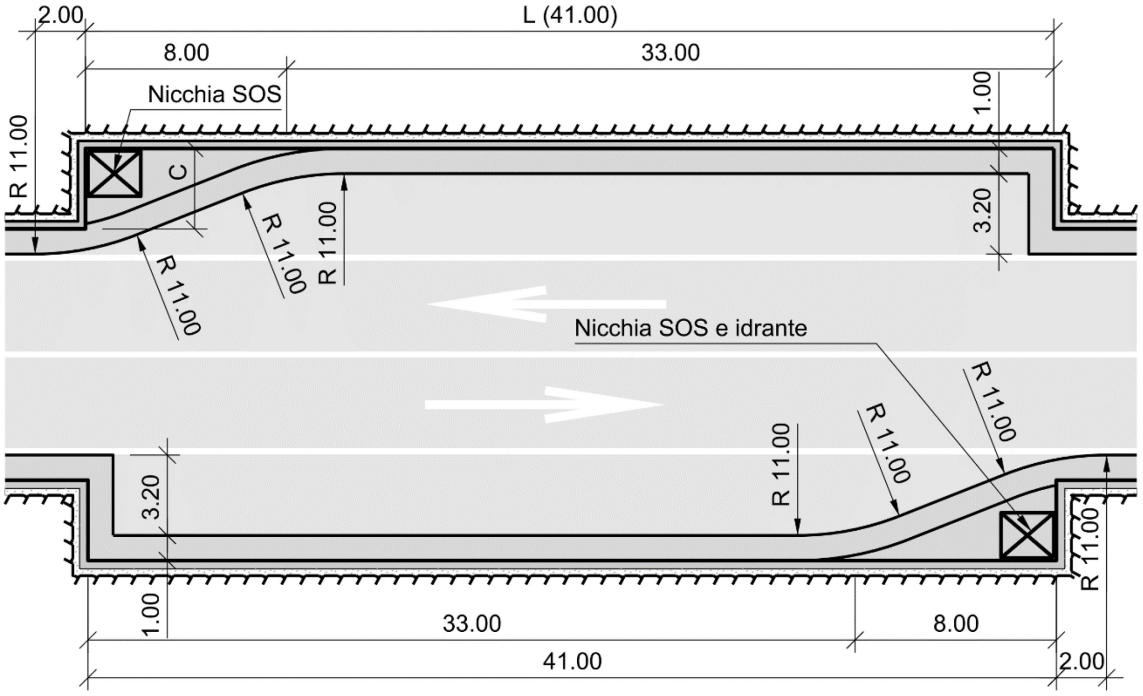


Figura 1: Piazzole d'emergenza come da Fig. 3 della norma SIA 197/2

Le Figura 1 e Figura *2* mostrano due piazzole d'emergenza opposte in una galleria stradale a traffico bidirezionale con pareti frontali perpendicolari al senso di marcia. In passato per motivi strutturali tali pareti frontali venivano in genere realizzate perpendicolarmente al senso di marcia.

Figura 2: Piazzole d'emergenza reciprocamente opposte

Se in galleria la parete frontale o la sporgenza della parete c'è inferiore a 0,5 m o se la nicchia presenta una lunghezza inferiore a 5 m, il rischio di urto di un veicolo è valutato come basso (Figura 1). Se il rischio è basso, in genere non si adottano misure di protezione.

Identificazione parete frontale / sporgenza della parete / imbocco della galleria

Le pareti frontali non protette delle piazzole, gli imbocchi delle gallerie non protetti e le sporgenze delle pareti di larghezza c > 0,5 m devono essere segnalati con opportune strisce bianche e nere inclinate obliquamente verso la carreggiata (Figura 3). Nelle gallerie stradali a traffico bidirezionale le strisce vanno previste sulle pareti frontali non protette delle piazzole, ad esempio sul lato sinistro. Anche il lato frontale degli attenuatori d'urto deve essere provvisto di strisce bianche e nere.

Le possibili dimensioni delle strisce sono indicate nella norma VSS 40 822 «Dispositivi di delimitazione del tracciato stradale».

Per quanto riguarda l'illuminazione si applica la direttiva USTRA 13015 «Impianti d'illuminazione».

Banda sonora longitudinale a rilievo

La piazzola d'emergenza va delimitata dalla corsia di marcia normale con una linea di margine continua a effetto acustico (banda sonora longitudinale), per avvertire il conducente tramite un segnale acustico nel caso in cui esca dalla corsia normale e permettere una reazione. La banda sonora longitudinale a rilievo deve iniziare almeno 100 m prima dell'inizio della piazzola d'emergenza (Figura 6-Figura *10*).

In gallerie stradali a traffico bidirezionale le corsie del senso di marcia opposto devono essere separate da una linea di sicurezza doppia (come da norma SIA 197/2 cifra 9.5.2.1). Entrambe le linee devono essere realizzate tramite bande sonore longitudinali a rilievo. Tra le due linee di sicurezza sulla pavimentazione stradale vanno fissati dei marker stradali riflettenti (occhi di gatto) (cfr. Figura 2).

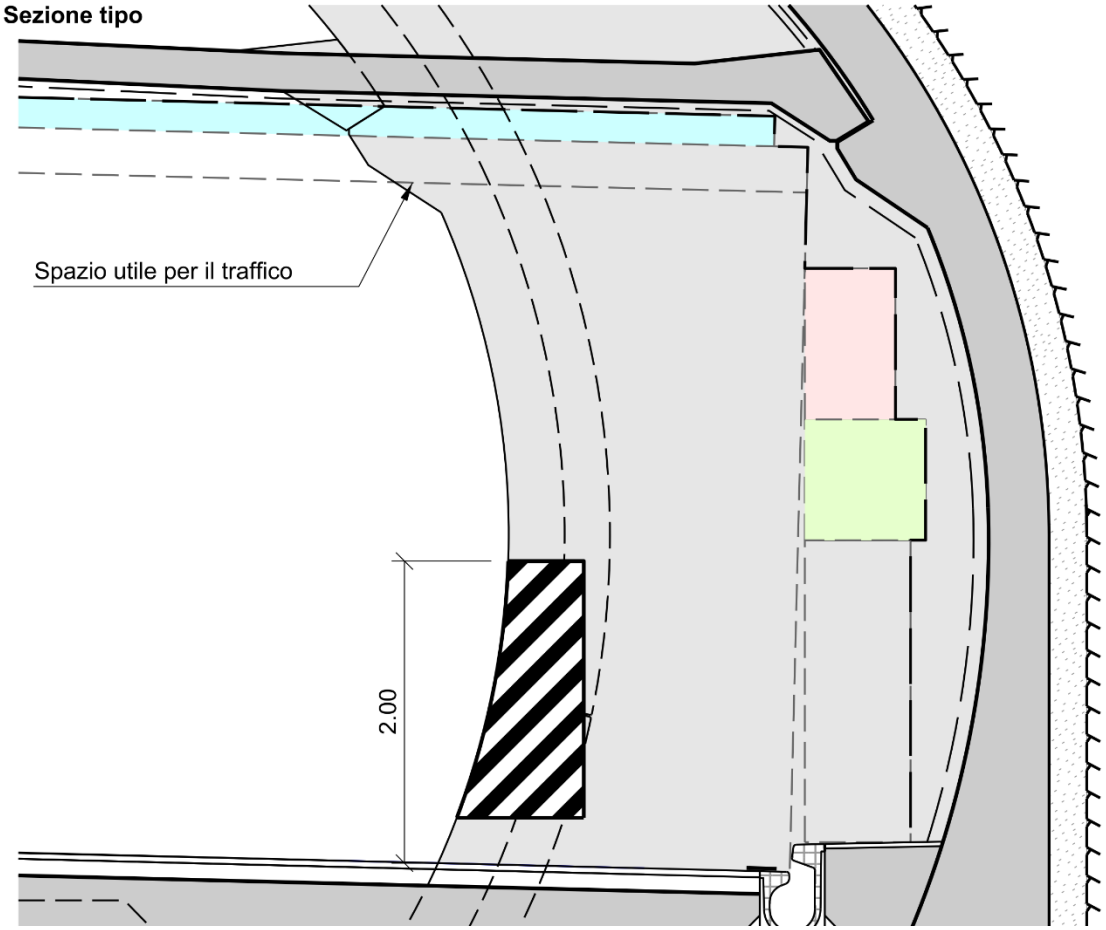


Figura 3: Strisce di demarcazione sulla parete frontale non protetta (cfr. VSS 40 822 «Dispositivi di delimitazione del tracciato stradale» Fig. 14)

Protezione antiurto in piazzole d'emergenza/Varianti

Per la protezione delle piazzole d'emergenza nelle gallerie stradali trovano impiego fondamentalmente le seguenti varianti:

- *Variante 0: nessuna misura, accettazione dello stato di fatto*
- *Variante 1: chiusura della piazzola d'emergenza in galleria (se non indispensabile)*
- *Variante 2: realizzazione di un attenuatore d'urto*
- *Variante 3: realizzazione di una barriera o parapetto smussati*
- *Variante 4: parete della galleria smussata con rapporto > 10:1 (per nuova costruzione)*

Le soluzioni adottabili sono differenti a seconda del tipo di galleria, già esistente o di nuova costruzione, e del senso di marcia, galleria a senso unico o a doppio senso.

La Figura 4 mostra le possibili misure a integrazione delle prescrizioni della norma SIA 197/2 da verificare ed eventualmente adottare per le piazzole d'emergenza. Le varianti nella stessa colonna sono elencate in ordine di priorità dall'alto verso il basso. Per scegliere la variante ottimale si devono valutare anche i costi e i benefici tenendo in considerazione le esigenze legate agli spazi disponibili.

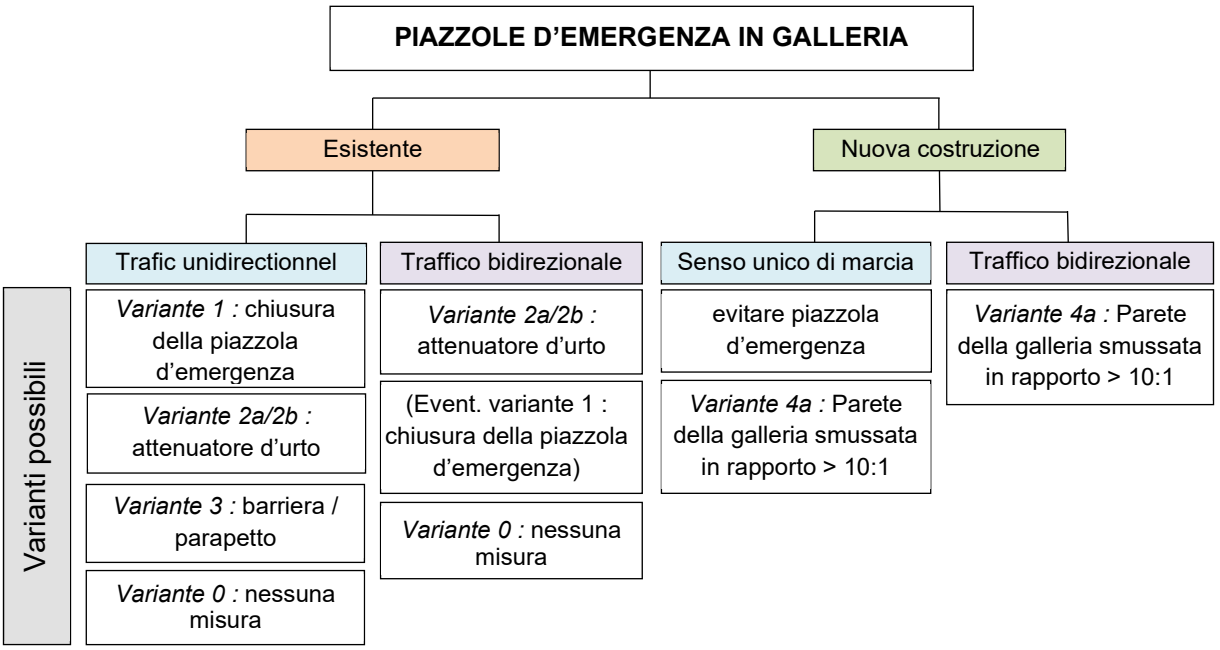


Figura 4: Possibili soluzioni per piazzole d'emergenza (priorità dall'alto verso il basso)

La lunghezza effettivamente necessaria per una piazzola di sosta di emergenza si basa sulla dimensione dei veicoli attualmente omologati, inclusa la curva trattrice. Ingombri: a seconda dei sistemi di ritenuta stradale adottati la lunghezza di una piazzola d'emergenza deve essere di almeno 30 m (nota informativa: autoarticolato L=16,50 m, autotreno con rimorchio L=18,75 m).

Per «galleria stradale a senso unico di marcia» si intende una galleria che viene percorsa prevalentemente in un unico senso di marcia. In questi casi sono previste solo piazzole di manutenzione (cfr. SIA 197/2). Qui di seguito le singole varianti vengono descritte in modo più dettagliato:

Variante 0 Nessuna misura

Qualora venga proposta questa variante, si deve indicare espressamente la motivazione.

Variante 1 Chiusura della piazzola d'emergenza

Questa variante trova impiego in impianti esistenti, se secondo la norma SIA 197/2 cifra 8.8.2.2 / 8.8.3.2 non sussiste alcun obbligo per la piazzola d'emergenza e se non è necessaria per il servizio di manutenzione (Figura 5).

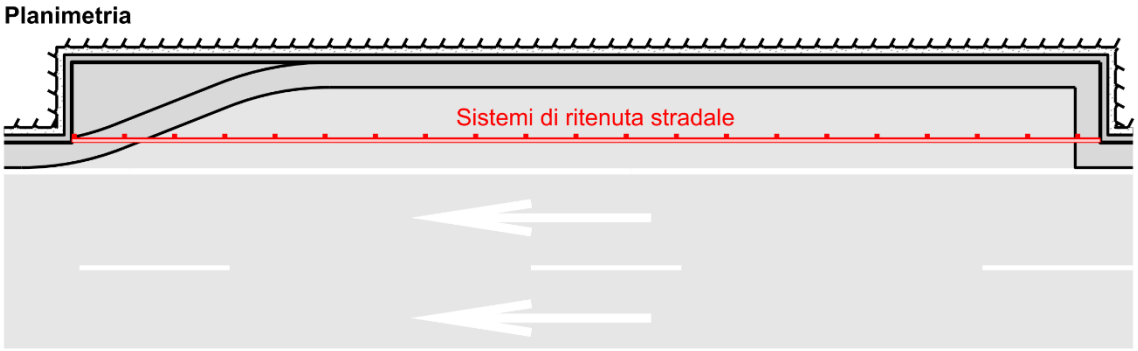


Figura 5: Variante 1 - Chiusura della piazzola d'emergenza (senso unico di marcia)

Variante 2a Realizzazione di un attenuatore d'urto contiguo alla parete frontale

Davanti alla parete frontale della piazzola d'emergenza viene posizionato un attenuatore d'urto (Figura 6). I requisiti minimi per la classe di prestazione degli attenuatori d'urto secondo la norma VSS 40 561 sono: 80 / D3 / Z2 / B, tipo R o (NR solo in gallerie esistenti in casi eccezionali giustificati).

La larghezza minima di riferimento della parte iniziale dell'attenuatore d'urto è di 2,0 m. La distanza massima tra la parete della galleria e l'attenuatore d'urto è di 1,70 m. La distanza da mantenere dal bordo della carreggiata è di 0,80 m (min. 0,50 m).

Nella progettazione si deve tenere conto delle indicazioni specifiche di sistema relative alla disposizione e all'installazione fornite dai fabbricanti di attenuatori d'urto. È necessaria una dichiarazione di prestazione del fabbricante secondo l'ordinanza sui prodotti da costruzione.

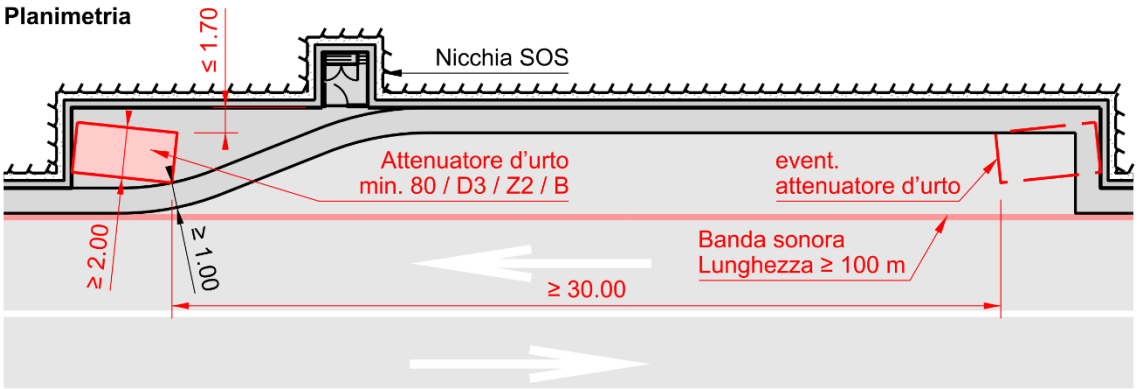


Figura 6: Variante 2a - Attenuatore d'urto contiguo alla parete frontale, nicchia SOS laterale

Qualora le condizioni di spazio lo permettano, entrambe le pareti frontali possono essere dotate di attenuatore d'urto.

Variante 2b Realizzazione di un attenuatore d'urto distanziato dalla parete frontale

Variante analoga alla 2a; tra la parete frontale e l'attenuatore d'urto è previsto però un passaggio (Figura 7). Se per esempio in corrispondenza della parete frontale si trova una nicchia SOS, si ricorre a questa variante.

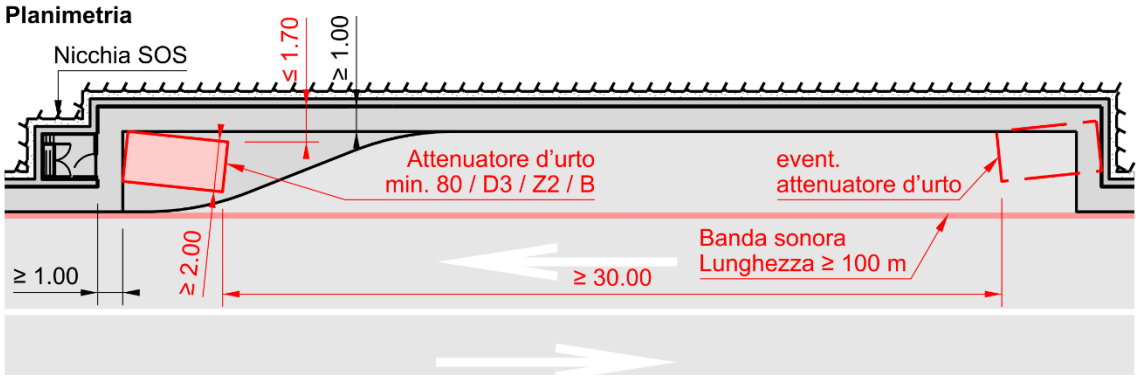


Figura 7: Variante 2b - Attenuatore d'urto con passaggio retrostante, nicchia SOS in corrispondenza della parete frontale

La banchina con una larghezza minima di 1,0 m va mantenuta come via di fuga.

Nella progettazione si deve tenere conto delle indicazioni specifiche di sistema relative alla disposizione e all'installazione fornite dai fabbricanti di attenuatori d'urto. È necessaria una dichiarazione di prestazione del fabbricante secondo l'ordinanza sui prodotti da costruzione.

Variante 3 Realizzazione di una barriera o parapetto smussati

La transizione tra la piazzola d'emergenza e il profilo normale della galleria viene risolta con una barriera o un parapetto smussati. Come requisiti minimi per le barriere sono previste la classe di contenimento H1 secondo la norma SN 640 561 e un'altezza minima di 1,15 m. Per le piazzole d'emergenza già esistenti la smussatura nella planimetria dovrebbe corrispondere a 5:1. In piazzole di lunghezza minore sono accettabili barriere con una smussatura fino a 3:1 (Figura 8).

Per le nuove costruzioni, invece, sono previste barriere con una smussatura di 10:1.

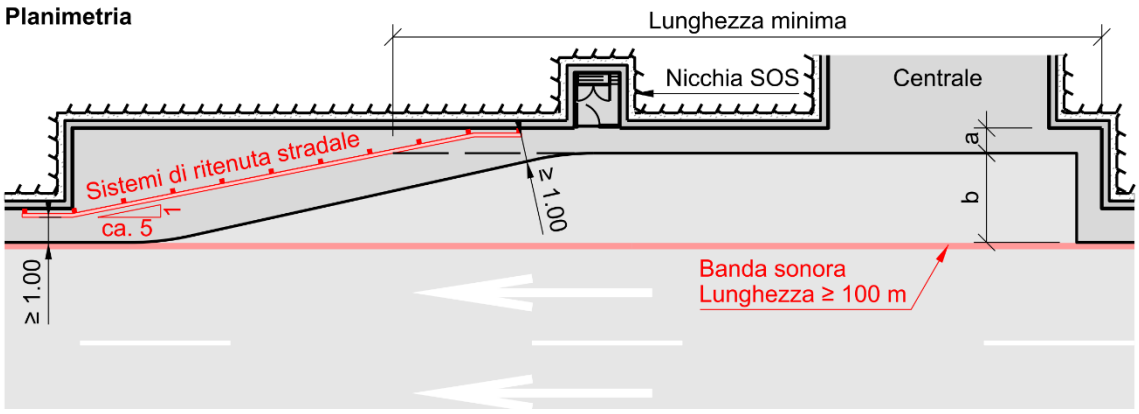


Figura 8: Variante 3 - Realizzazione di una barriera (piazzola di manutenzione)

La via di fuga con una larghezza di 1,0 m va mantenuta.

Variante 4a Pareti smussate su entrambi i lati in gallerie a traffico bidirezionale (nuova costruzione)

La transizione tra la piazzola d'emergenza e il profilo normale della galleria viene configurata con pareti smussate che nella planimetria presentano un rapporto di almeno 10:1 rispetto all'asse della carreggiata (Figura 9).

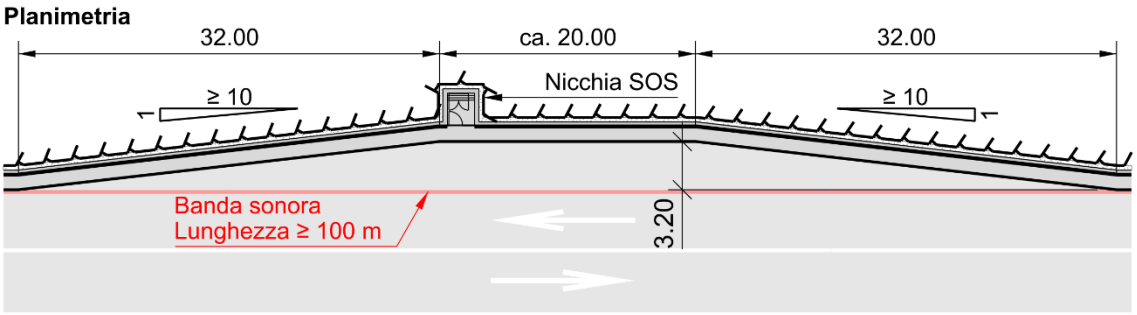


Figura 9: Variante 4a - Pareti smussate su entrambi i lati in galleria a traffico bidirezionale (nuova costruzione)

Variante 4b Parete smussata in galleria a senso unico di marcia (nuova costruzione)

Questa variante va scelta solo per locali tecnici sotterranei, se non è garantito alcun accesso dall'esterno (cfr. SIA 197/2 cifra 8.10.2.3).

La transizione tra la piazzola d'emergenza e il profilo normale della galleria viene configurata con una parete smussata che nella planimetria presenta un rapporto di almeno 10:1 rispetto all'asse della carreggiata (Figura 10). La parete frontale posteriore è invece perpendicolare al senso di marcia.

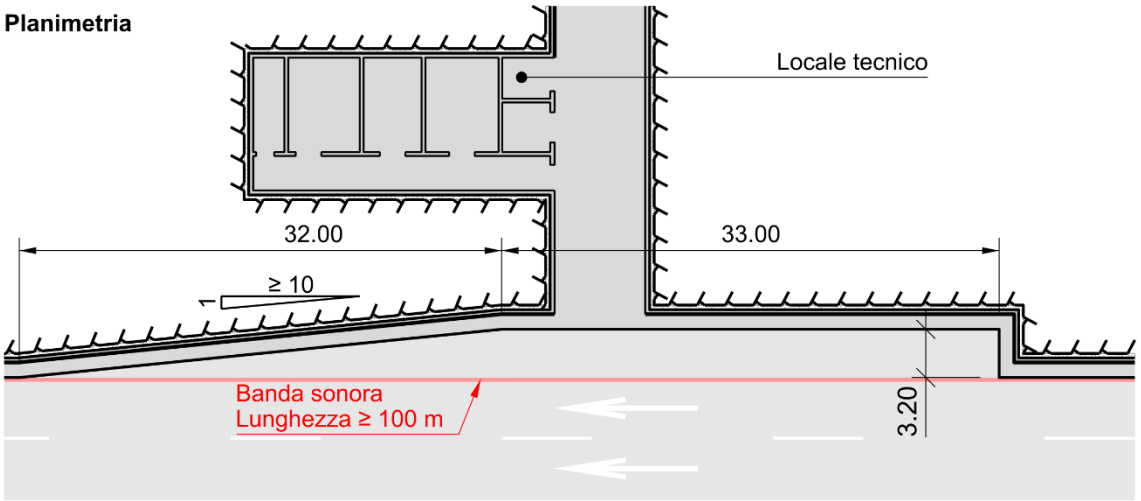


Figura 10: Variante 4b - Parete frontale smussata in galleria a senso unico di marcia (nuova costruzione)

4. Collegamenti trasversali in galleria

Protezione antiurto

Anche i collegamenti trasversali o i cunicoli trasversali in impianti di galleria a doppio fornice oppure i collegamenti a un cunicolo di sicurezza possono rappresentare punti potenzialmente pericolosi per l'urto di veicoli.

Se in galleria la lunghezza della nicchia o l'apertura nella parete della galleria l è inferiore a 5 m, il rischio di urto di un veicolo è valutato come basso e quindi non sono previste misure particolari.

Identificazione

Le uscite di emergenza in galleria devono essere identificate secondo quanto indicato nelle direttive dell'USTRA 13010 e 13011.

5. Imbocchi

Configurazione degli imbocchi della galleria e protezione antiurto

Per definire le misure per la zona antistante gli imbocchi è necessario distinguere tra gallerie di nuova costruzione ed esistenti. Per gli imbocchi di gallerie valgono per analogia i criteri di scelta della migliore soluzione come da *Fig. 4* e le indicazioni al capitolo 3 «Piazzole d'emergenza in galleria» della presente scheda tecnica.

Gallerie di nuova costruzione: la zona di accesso alla galleria dovrebbe essere configurata in modo tale da escludere un urto frontale contro il portale su ambo i lati. In assenza di una corsia d'emergenza in galleria, smantellare quest'ultima prima della zona dell'imbocco e disporre la barriera o parapetto laterale conformemente alla dinamica di marcia in direzione della parete della galleria. A tale scopo preferire barriere in acciaio con classe di contenimento H1 o H2 secondo la norma VSS 40 561 e con altezza minima di 1,15 m. Qualora fosse necessario preferire attenuatori d'urto, prevedere classi di prestazione 80 / D3 / Z2 / A (tipo R) per velocità v_p = 80 km/h e classi di prestazione 100 / D3 / Z2 / A (tipo R) per velocità v_p = 100 km/h. Queste classi di prestazioni sono da considerare come requisito minimo.

Gallerie esistenti: verificare innanzitutto se la zona antistante l'imbocco presenti dei rischi per la sicurezza e se vada adattata. Qualora non fosse possibile installare la suddetta barriera (H1/H2, altezza > 1,15 m), è possibile prevedere attenuatori d'urto con classe di prestazione minima 80 / D3 / Z2 / B (tipo R o RN) per velocità v_p = 80 km/h e attenuatori d'urto (tipo R o eccezionalmente NR) con classe di prestazione minima 100 / D3 / Z2 / B (o in casi eccezionali giustificati 80 / D3 / Z2 / B) per velocità v_p = 100 km/h.

Ulteriori indicazioni

Prima dell'imbocco della galleria su una lunghezza di almeno 100 m viene realizzata una linea di margine a effetto acustico (banda sonora) per avvertire il conducente nel caso in cui il veicolo esca dalla corsia di marcia normale.

Si deve garantire l'accessibilità degli elementi costruttivi di sicurezza secondo la norma SIA 197/2, quali idranti, vie di fuga, postazioni e armadi SOS.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

Scheda SIA 2042 *Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Misure preventive contro danni da reazioni alcali-aggregato in costruzioni di calcestruzzo)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Scheda 21 001-11361 *Betonrippenplatte einbetoniert* (Piastra nervata in cls annegata nel calcestruzzo)

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 22 001-14210 Acciaio d'armatura – Indicazioni costruttive e armatura minima

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Nel caso di gallerie a due o più canne parallele, è necessario evitare che il fumo e i gas tossici generatisi in caso di incidente o incendio possano circolare da una canna all'altra.

3. Requisiti

Requisiti prioritari

- La realizzazione di pareti antiricircolo o lo sfalsamento dei portali sono soluzioni costruttive per impedire il ricircolo dei fumi. È necessario dimostrare la funzionalità e l'economicità di accorgimenti come la predetta parete avvalendosi di analisi di rischio o di studi di ventilazione specifici all'opera interessata.
- Il progetto architettonico degli elementi costruttivi attinenti ai portali e alla ventilazione deve essere coordinato con il progettista del sistema di ventilazione e approvato dagli specialisti dell'USTRA.
- In linea di principio, se praticabile dal punto di vista economico e tecnico, va perseguita la soluzione con portali sfalsati, in modo che la canna in uscita sia prolungata rispetto alla canna in entrata della galleria.

- La parete antiricircolo deve essere costruita come superficie chiusa, senza fughe e aperture, e preferibilmente in calcestruzzo armato. L'eventuale necessità di includere aperture di passaggio di dimensioni ridotte nella parete antiricircolo (ad es. porte, ma in ogni caso nessun portone carrabile) dipende dal sistema di sicurezza o dai requisiti di esercizio e manutenzione. L'efficacia della parete antiricircolo dei fumi non deve comunque essere ridotta in alcun modo da tali interventi.
- La durata di utilizzazione (vita tecnica) della parete antiricircolo va fissata a 100 anni.
- Qualora siano necessari elementi fonoassorbenti, questi devono essere presi in considerazione nel progetto preliminare della parete antiricircolo; vedere al riguardo la scheda tecnica 21 001-11361 "*Betonrippenplatte einbetoniert*" (Piastra nervata in cls annegata nel calcestruzzo) nel manuale T/U, così come la scheda tecnica 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".

Dimensioni della parete antiricircolo

- La lunghezza e l'altezza della parete antiricircolo dipendono dai dati riportati nel progetto del sistema di ventilazione e dalle prescrizioni della direttiva ASTRA 13001.
- In caso di portali realizzati in trincea o in presenza di alte pareti antirumore, le dimensioni vanno aumentate in base ai dati del sistema di ventilazione progettato.
- Qualora la costruzione della parete antiricircolo non fosse tecnicamente possibile, è necessario evitare il ricircolo dei fumi ricorrendo ad altre misure (ad es. mediante realizzazione di portali sfalsati o un idoneo controllo della ventilazione), che dovranno essere approvate dagli specialisti USTRA.
- Eventuali protezioni antiurto o barriere di sicurezza stradale vanno prese in considerazione fin dall'inizio della progettazione (ad es. per la possibile influenza sulla lunghezza effettiva della parete antiricircolo).

Dimensionamento statico della parete antiricircolo

- Per il dimensionamento vanno considerati in particolare i carichi del vento e le differenze di pressione dell'aria dovute al traffico.
- Ai fini della certificazione sismica è richiesta almeno la classe d'opera II (BWK II).
- Se non è prevista alcuna barriera di sicurezza stradale, la parete antiricircolo va dimensionata in base agli effetti di un'eventuale collisione.
- Riguardo alla limitazione dell'apertura delle fessure, si applicano i requisiti secondo la scheda tecnica 22 001-14210 (cap. 7, Armatura minima).

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13010 Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali

Scheda 24 001-10703 Nicchie SOS

Scheda 24 001-10804 Piazzole di sosta per personale di esercizio e manutenzione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le colonnine SOS nei pressi dei portali delle gallerie sono particolarmente importanti, perché in situazioni di emergenza è altamente probabile che gli utenti della strada si fermino in quest'area.

La presente scheda riguarda specificatamente le colonnine SOS nell'area dei portali. Non vengono trattate in questa sede le nicchie SOS nelle gallerie.

Una colonnina SOS contiene 1 telefono per chiamate d'emergenza (telefono SOS) e 2 estintori.

3. Requisiti

- Le colonnine SOS con telefono di emergenza e 2 estintori portatili devono essere presenti ogni 150 m per gallerie di 300 m o più. Prevedere una colonnina SOS per ciascuna canna e per ciascun portale.
- Per i tunnel < 300 m senza equipaggiamento BSA, i telefoni di emergenza con connessione cellulare possono essere utilizzati all'esterno del tunnel. Questo vale in particolare nel caso di più tunnel corti disposti in successione.
- Se possibile, integrare la colonnina SOS in una parete di chiusura / parete fonoassorbente (riparo fonico).
- In gallerie a doppia canna, non è consentito disporre le colonnine SOS tra le canne della galleria.
- In caso di carreggiata del tratto a cielo aperto priva di corsia d'emergenza, collocare le colonnine SOS nelle piazzole di sosta.
- La distanza tra colonnina SOS e portale deve essere compresa tra 10 m e 50 m.
- La distanza dal bordo della carreggiata non deve essere superiore a 10 m.
- È necessario assicurare che le colonnine siano funzionanti e accessibili in qualsiasi momento (ad es. anche durante lo sgombero della neve).
- Per la segnaletica e la tinteggiatura seguire le disposizioni della direttiva ASTRA 13010 "Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali".

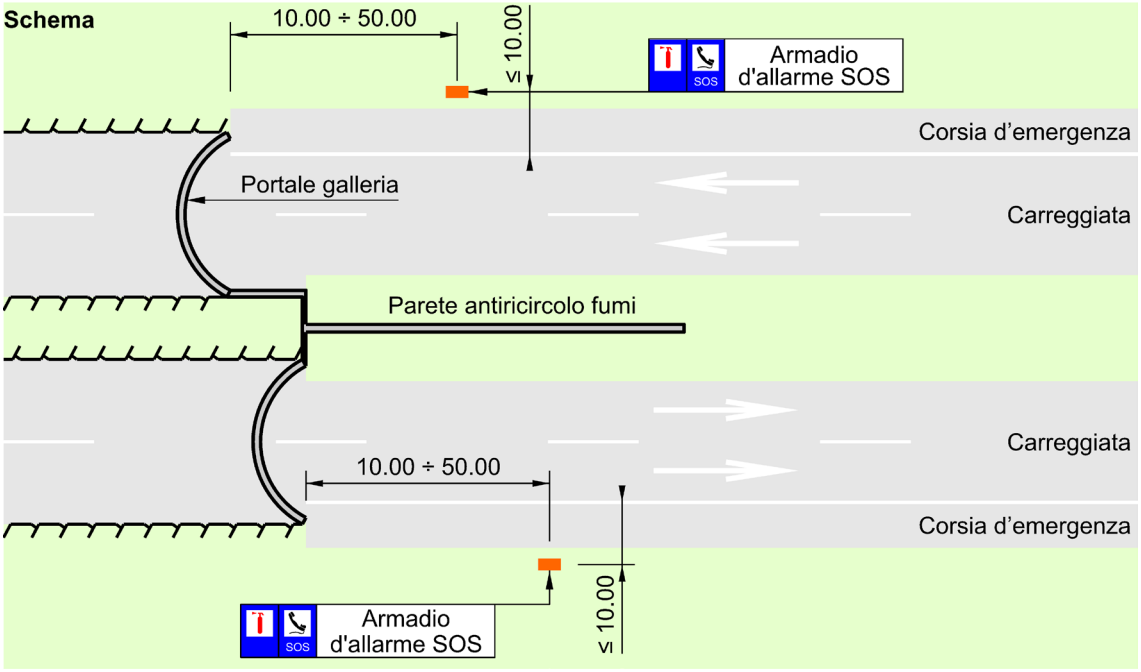


Figura 1: Disposizione delle colonnine SOS

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Scheda 23 001-11474 Barriera mobile per cambiamento di carreggiata (MÜLS)

Scheda 24 001-10705 Collegamenti trasversali carrabili

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Nel caso di gallerie a più canne, all'imbocco dei portali deve essere previsto un collegamento carrabile tra una carreggiata e l'altra a disposizione dei servizi d'intervento.

3. Requisiti

- L'accessibilità dei portali è regolata nella norma SIA 197/2, punto 8.9.2.
- Il collegamento carrabile va disposto subito dopo la parete antiricircolo.
- Il collegamento carrabile per i servizi d'intervento deve avere una larghezza libera di 4.00 m e un'altezza di 4.30 m.
- In casi eccezionali, è possibile prevedere la realizzazione di sovrappassi o sottopassi come collegamenti carrabili.
- È inoltre possibile combinare un collegamento carrabile per i servizi d'intervento con un cambio di carreggiata, a condizione che quest'ultimo non si trovi a più di 200 m di distanza dal portale della galleria. Si veda al riguardo anche la scheda tecnica 23 001-11474 "Barriera mobile per cambiamento di carreggiata (MÜLS)", manuale BSA.

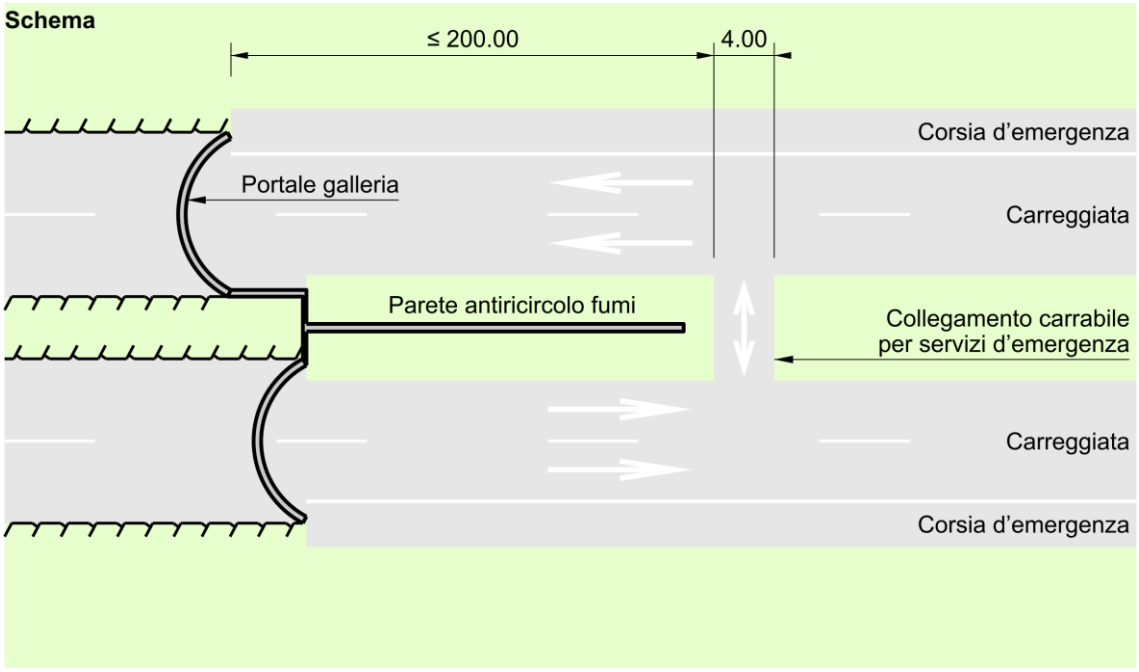


Figura 1: Disposizione del collegamento carrabile per servizi d'intervento

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Scheda 24 001-10704 Piazzole d'emergenza

Scheda 24 001-10802 Colonnine SOS

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le piazzole di sosta per i veicoli permettono l'accesso a centrali e locali tecnici qualora non sia possibile accedervi dall'esterno della strada nazionale.

Al contempo, in assenza della corsia d'emergenza, tali piazzole di sosta poste immediatamente prima dei portali della galleria permettono agli utenti della strada in situazioni d'urgenza di fermarsi all'esterno della carreggiata, senza ostacolare il traffico.

Non sono invece richieste piazzole d'atterraggio per elicotteri da salvataggio nella zona dei portali, essendo possibile l'atterraggio sulla carreggiata.

3. Requisiti

- Nel caso in cui la carreggiata del tratto a cielo aperto non sia dotata di corsia d'emergenza o quest'ultima presenti una larghezza insufficiente, è necessario prevedere in prossimità dei portali, in entrambe le direzioni di marcia, delle piazzole di sosta aventi dimensioni analoghe a quelle delle piazzole di sosta presenti in galleria (vedere scheda tecnica 24 001-10704 "Piazzole d'emergenza").
- Il piano di sgombero neve nel tratto a cielo aperto può influenzare la forma delle piazzole di sosta e va considerato nella progettazione.
- Può risultare opportuno combinare le piazzole di sosta con le piazzole antistanti le centrali di ventilazione presso i portali; tale soluzione va studiata sulla base dello specifico progetto. Al riguardo vanno considerate le esigenze dei servizi di esercizio e manutenzione.

1. Riferimenti

SIA 197 Projektierung Tunnel – Grundlagen (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 Projektierung Tunnel – Strassentunnel (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

Associazione Svizzera per la luce (SLG), direttiva su illuminazione pubblica, gallerie stradali, gallerie aperte su un lato e sottopassi (SLG 201: 11-2005)

Direttiva ASTRA 13001 Lüftung der Strassentunnel (Ventilazione delle gallerie stradali)

Direttiva USTRA 11001 Sezioni tipo - Strade nazionali di prima e seconda classe

Direttiva ASTRA 11005 Fahrzeugrückhaltesysteme (Sistemi di ritenuta stradale)

Direttiva ASTRA 12008 Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten (Urto di veicoli su componenti dei manufatti)

Direttiva ASTRA 13015 Impianti d'illuminazione

SN 640 560 Passive Sicherheit im Strassenraum – Grundnorm (Sicurezza passiva nello spazio stradale – Norma base)

VSS 40 561 Passive Sicherheit im Strassenraum – Fahrzeug-Rückhaltesysteme (Sicurezza passiva nello spazio stradale – Sistemi di ritenuta stradale)

VSS 40 822 Leiteinrichtungen (Dispositivi di delimitazione del tracciato stradale)

Documento ASTRA 81002 Descrizione tecnica sistemi di ritenuta stradale (2024)

Documento ASTRA 89001 Piano per la gestione dei rischi legati ai pericoli naturali lungo le strade nazionali

Manuale utente USTRA sui pericoli naturali lungo le strade nazionali, carte indicative dei pericoli

Scheda 24 001-10201 Spazio utile per il traffico

Scheda 24 001-10203 Rivestimento fonoassorbente

Scheda 24 001-10709 Protezione da urto nelle gallerie stradali

Scheda 24 001-10801 Parete antiricircolo

Scheda 24 001-10802 Colonnine SOS (area portali)

Scheda 24 001-10803 Collegamenti carrabili per servizi d'intervento

Scheda 24 001-10804 Piazzole di sosta per personale di esercizio e manutenzione

Scheda 24 001-11003 Aperture di evacuazione fumi

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

I portali determinano l'aspetto delle gallerie. Rappresentano una interfaccia cruciale di transizione tra condizioni dipendenti dal clima e dall'ora del giorno e un ambiente che garantisce condizioni costanti e ideali per tutto l'anno. Pertanto, i portali devono soddisfare

nello stesso tempo requisiti operativi, costruttivi, di sicurezza e di design. Un aspetto cruciale della sicurezza legato ai portali delle gallerie è la protezione contro gli urti durante l'ingresso.

3. Disposizione dei portali delle gallerie

La disposizione dei portali dipende da condizioni topografiche, geologiche e meteorologiche. Requisiti tecnici legati all'esecuzione in cantiere possono essere determinanti per la posizione del portale e devono essere considerati nella progettazione.

I portali delle gallerie devono essere integrati esteticamente nell'ambiente circostante. Prolungamenti delle gallerie per motivi estetici devono essere evitati.

I rischi naturali (caduta massi, neve, ecc.) devono essere presi in considerazione nella disposizione dei portali.

Per evitare la ricircolazione dei fumi in gallerie a più tubi, è necessario rispettare quanto indicato nelle schede 24 001-10801 "Pareti antiricircolo" e 24 001-11003 "Aperture di evacuazione fumi ". Se necessario, i portali devono essere sfalsati.

Un'adeguata progettazione dell'asse stradale o del portale può ridurre l'abbagliamento dei conducenti dovuto alla luce solare diretta.

4. Gestione del traffico davanti ai portali delle gallerie

I portali devono essere progettati in modo da garantire una transizione sicura dalla strada a cielo aperto alla galleria e viceversa.

I requisiti per i collegamenti percorribili per i servizi di emergenza sono descritti nella scheda tecnica 24 001-10803 "Collegamenti carrabili per servizi d'intervento". Gli enti di primo intervento devono essere coinvolti nella definizione delle attrezzature per la gestione degli incidenti.

I requisiti per l'accessibilità ai locali tecnici e alle centrali sono descritti nella scheda 24 001-10804 "Piazzole di sosta per personale di esercizio e manutenzione". Deve essere considerata la possibilità di accesso con camion ai bacini di raccolta.

5. Progettazione dei portali delle gallerie

Prima di sviluppare la progettazione dei portali delle gallerie, i requisiti operativi e di sicurezza devono essere definiti e approvati dagli specialisti USTRA T/G e T/U.

La progettazione del portale non deve in alcun modo compromettere i requisiti operativi e di sicurezza.

Gli spazi e i margini indicati nella scheda 24 001-10201 "Spazio utile per il traffico" devono essere rispettati in ogni caso.

Nella progettazione dei portali devono essere considerati gli aspetti relativi alle emissioni (gas di scarico, rumore).

6. Protezione contro gli urti al portale della galleria

In generale

La protezione contro gli urti alla struttura del portale richiede particolare attenzione. Per le nuove costruzioni, l'ingresso nelle gallerie deve essere progettato in modo da escludere urti frontali. Per gallerie esistenti, si deve valutare se l'area del portale presenta rischi di sicurezza e se è necessaria una riorganizzazione.

Per ovviare all'interfaccia spesso rigida tra le aree specialistiche "Gallerie" e "Tracciato", è necessario considerare un perimetro di almeno 100 m prima e dopo il portale. Deve essere presentato un documento di lavoro, che sarà esaminato e approvato dai settori T/U e T/G del sostegno tecnico (FU).

Nel documento di lavoro devono essere indicate le misure per prevenire l'impatto dei veicoli contro la parete del portale. Le misure adottate devono minimizzare il rischio di incidenti secondari, ad esempio nella corsia opposta.

Sezione tipo

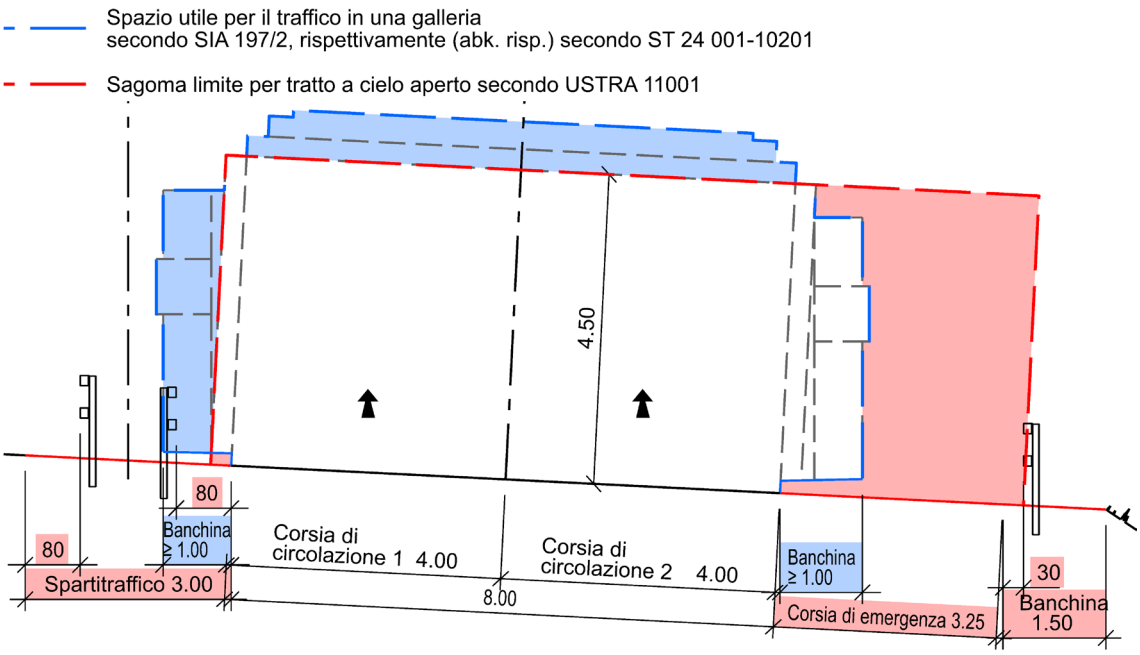


Figura 1: Sagoma limite per tratto a cielo aperto (rosso) sovrapposto a spazio utile per il traffico in galleria secondo SIA 197/2 (blu) – Traffico bidirezionale (sono possibili anche altre sezioni di transizione da cielo aperto a galleria)

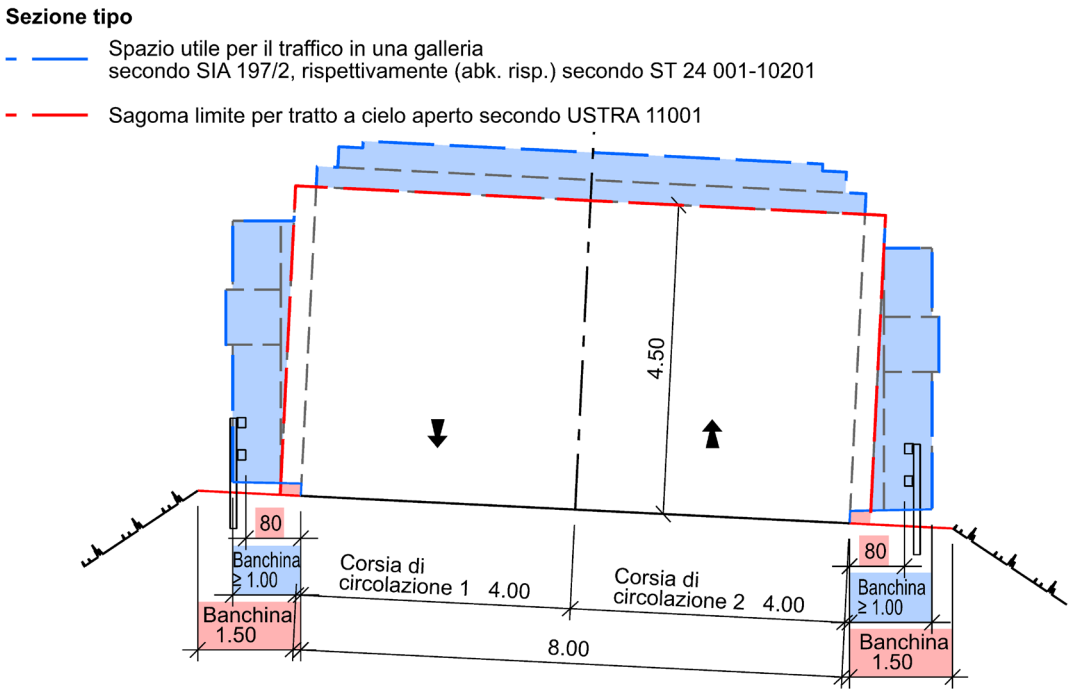


Figura 2: Sagoma limite per tratto a cielo aperto (rosso) sovrapposto a spazio utile per il traffico in galleria secondo SIA 197/2 (blu) – Traffico unidirezionale (sono possibili anche altre sezioni di transizione da cielo aperto a galleria)

Varianti

Le misure di protezione contro gli urti al portale delle gallerie devono considerare la distinzione tra nuove costruzioni ed esistenti, nonché tra gallerie a traffico unidirezionale e bidirezionale. (vedi Figura 3).

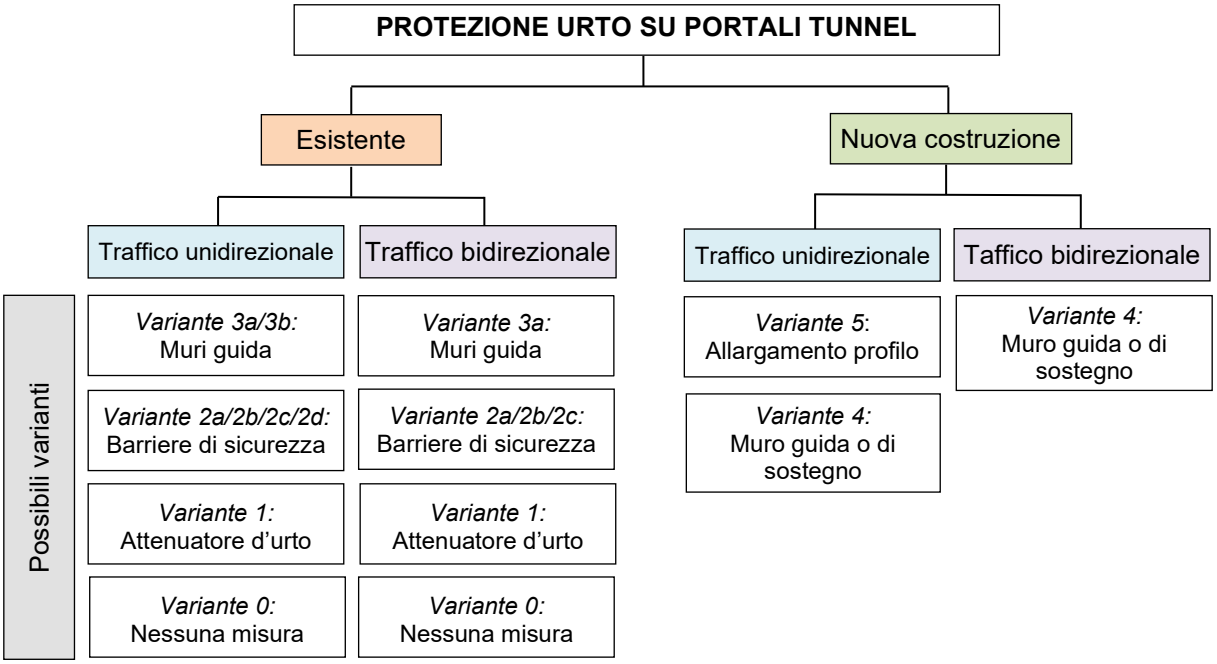


Figura 3: Varianti per la protezione contro l'urto sul portale del tunnel (priorità dall'alto verso il basso)

L' urto dei camion e degli autobus sul portale della galleria deve essere preso in considerazione in tutte le varianti, a seconda della valutazione del rischio, della geometria della galleria e della posizione del rispettivo dispositivo di protezione (vedi Figura 4).

Schema

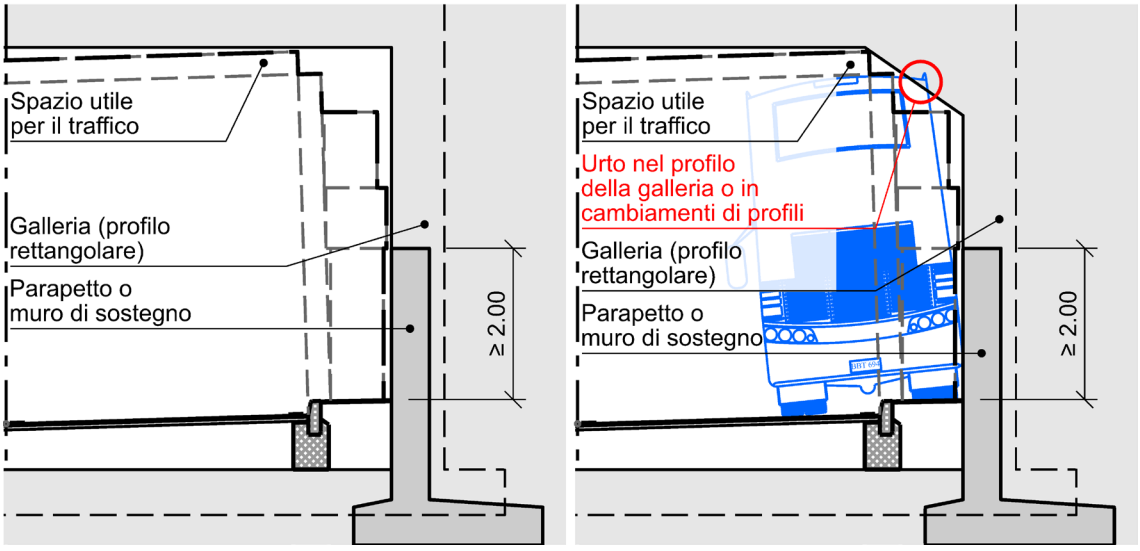


Figura 4: Urto di camion e autobus nella zona del portale del tunnel

Variante 0: nessuna misura

Se viene proposta questa variante, deve essere giustificata.

Variante 1: Attenuatore d'urto

Se non è possibile una riprogettazione con barriere elastiche o muri guida, può essere previsto un attenuatore d'urto con una classe di prestazione minima di 80 / D3 / Z2 / B (tipo R o eccezionalmente NR) per una velocità v_p = 80 km/h e un attenuatore d'urto (tipo R o eccezionalmente NR) con una classe di prestazione minima di 100 / D3 / Z2 / B per una velocità v_p = 100 km/h. L'utilizzo del tipo NR deve essere giustificato.

Variante 2: Barriere di sicurezza

La barriera termina prima del portale del tunnel (vedi Figura 5). Le persone possono lasciare il tunnel attraverso il percorso di emergenza sulla banchina e cercare riparo attraverso l'apertura dietro la barriera. Se non c'è spazio sufficiente per questa soluzione, la barriera di sicurezza può essere fissata direttamente alla parete del tunnel (vedi Figura 6). In casi giustificati, la barriera di sicurezza può essere portata all'interno del tunnel, ma questo comporta una restrizione del percorso pedonale d'emergenza sulla banchina della galleria (vedi Figura 7 e Figura 8).

Planimetria

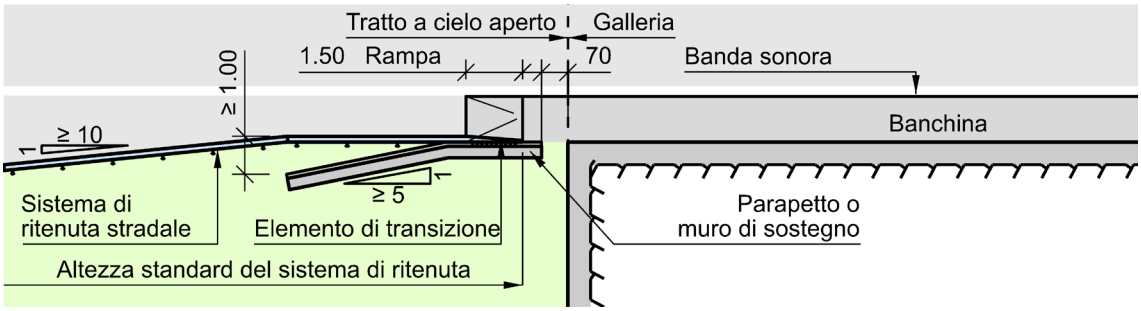


Figura 5: Variante 2a – Barriera di sicurezza termina prima del portale della galleria

Planimetria

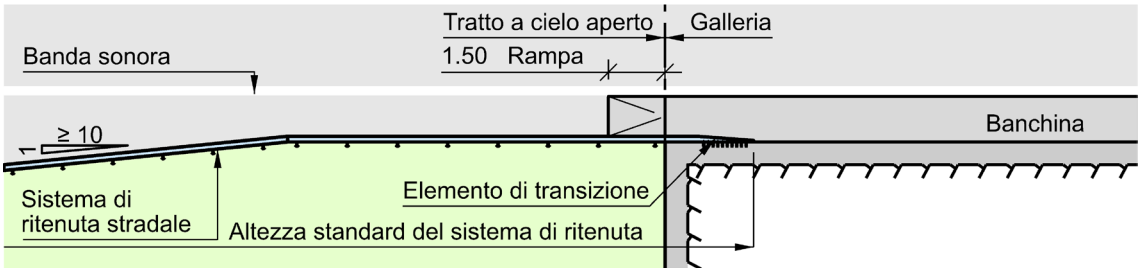


Figura 6: Variante 2b – Barriera di sicurezza fissata alla parete della galleria

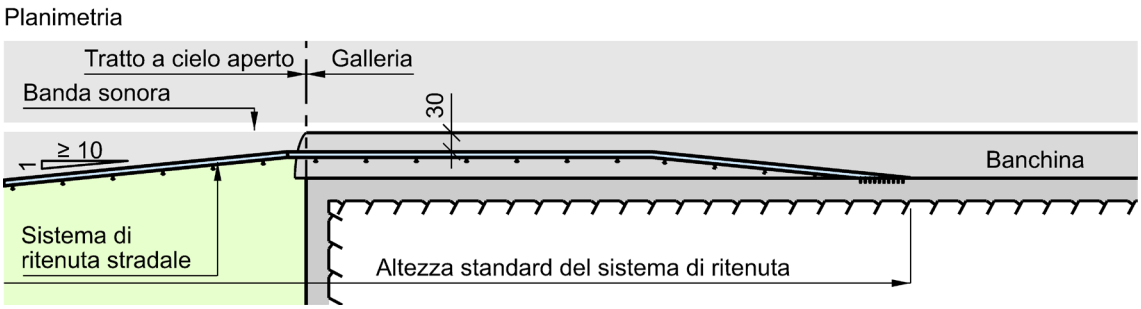


Figura 7: Variante 2c – Barriera elastica portata all'interno della galleria e fissata alla parete

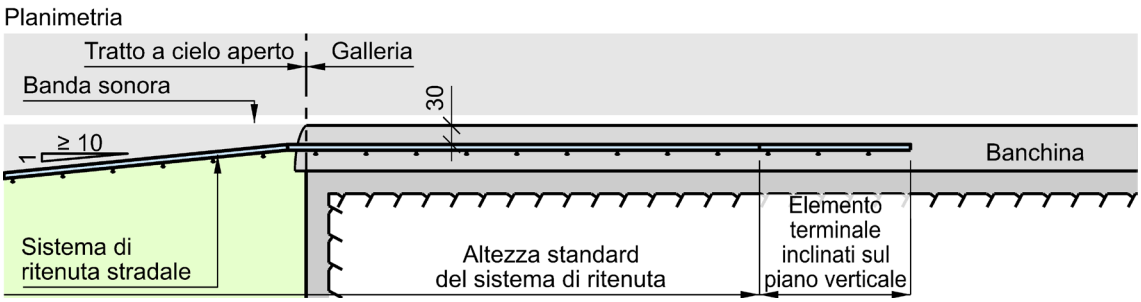


Figura 8: Variante 2d – Barriera elastica portata all'interno della galleria, con abbassamento terminale

Si devono tenere in considerazione i seguenti requisiti:

- Il tratto della barriera di sicurezza prima del portale della galleria deve avere una inclinazione massima di 1:10 rispetto all'asse stradale.
- La barriera di sicurezza deve avere un'altezza minima di 1,15 m e una classe di contenimento H2 secondo la norma VSS 40 561..
- Se l'accessibilità agli impianti dietro la barriera di sicurezza richiede un'altezza minima inferiore su una lunghezza maggiore, è possibile in casi eccezionali portare all'interno della galleria una barriera con classe di contenimento H1 e un'altezza di 0.72 m (varianti 2c e 2d). La distanza dal bordo della banchina è di almeno 0.30 m.
- Per le gallerie con traffico unidirezionale, la barriera può essere abbassata e ancorata sulla banchina (variante 2d); per le gallerie con traffico bidirezionale, è necessario fissare la barriera alla parete della galleria (variante 2c).
- I tratti di barriere di transizione e abbassamento in corrispondenza delle colonnine SOS e degli idranti devono essere realizzate in conformità alla documentazione USTRA 81002.
- È consigliato l'abbassamento della banchina di fronte alla galleria per evitare una collisione frontale tra autovetture a causa del comportamento incontrollabile del veicolo.

Variante 3: Muro guida

Il muro guida termina prima del portale della galleria. La banchina non viene abbassata, ma si allarga proseguendo all'interno della galleria. (vedi Figura 9 e Figura 10).

Planimetria

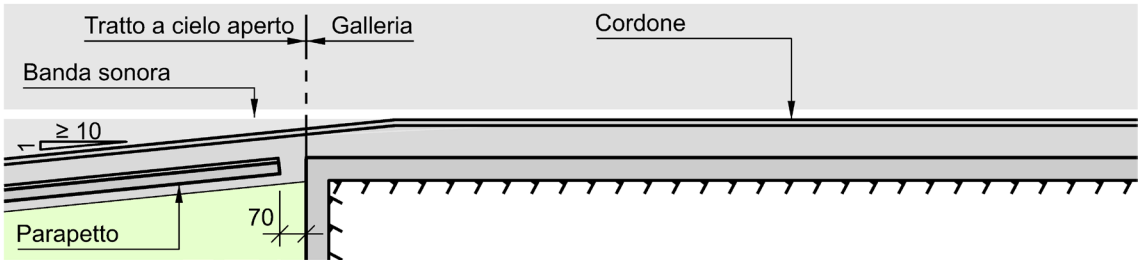


Figura 9: Variante 3a – Il muro guida termina prima del portale della galleria

Planimetria

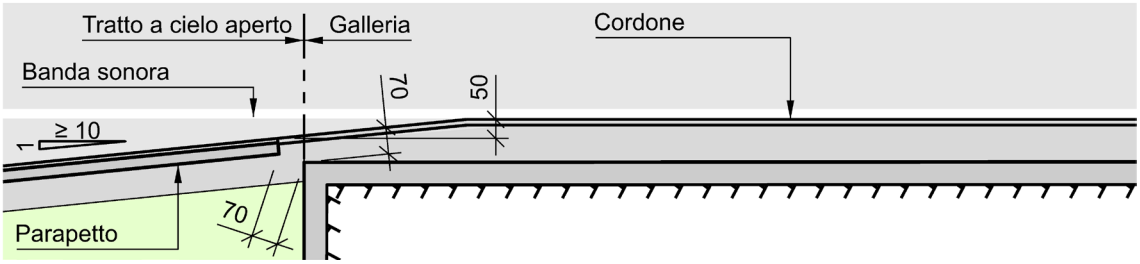


Figura 10: Variante 3b – Il muro guida termina prima del portale della galleria

Si devono tenere in considerazione i seguenti requisiti:

- Il tratto di muro guida prima del portale della galleria deve avere una inclinazione massima di 1:10 rispetto all'asse stradale.
- Il muro guida deve avere una altezza minima di 1.15 m.
- In conformità alla norma VSS 40 561, la distanza minima tra il muro guida e il bordo della carreggiata è di 0,50 m; la distanza standard è di 0,80 m.
- La larghezza della banchina è ridotta nell'area del portale. Il margine di sicurezza supplementare laterale di 30 cm della sagoma dello spazio per il traffico può giacere sulla banchina.
- È consigliato l'abbassamento della banchina di fronte alla galleria per evitare una collisione frontale tra autovetture a causa del comportamento incontrollabile del veicolo.

Variante 4: Muro guida o di sostegno fino al portale

Il muro guida o di sostegno viene allineato alla parete della galleria (vedi Figura 11).

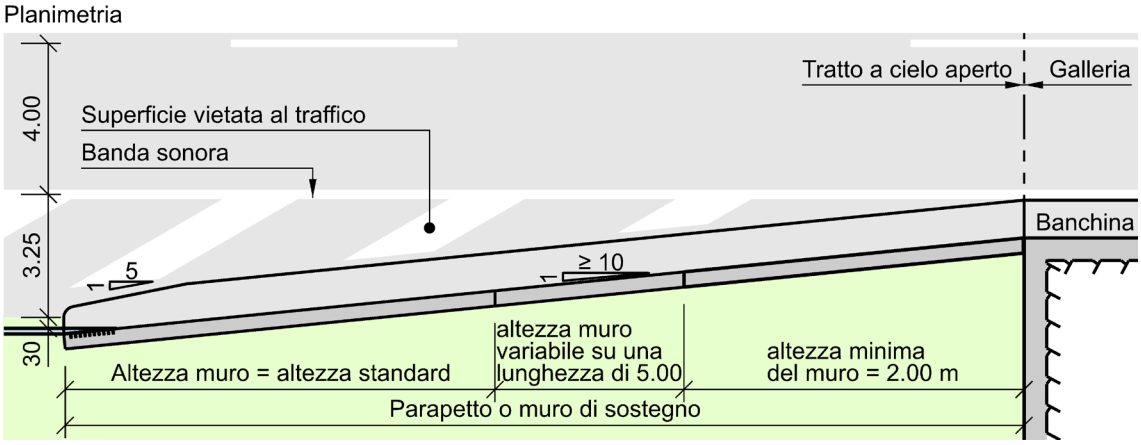


Figura 11: Variante 4 – Muro guida o di sostegno fino al portale, senza abbassamento banchina

Si devono tenere in considerazione i seguenti requisiti:

- Il tratto di muro guida o di sostegno prima del portale della galleria deve avere una inclinazione massima di 1:10 rispetto all'asse stradale.
- Al portale della galleria il muro guida o di sostegno ha un'altezza minima di 2.00 m.

Variante 5: Allargamento del profilo della galleria nella zona del portale

Lo spazio di circolazione utilizzabile a cielo aperto viene mantenuto fino al portale della galleria. L'adattamento allo spazio utilizzabile per il traffico nel tunnel si ottiene allargando il profilo del tunnel nell'area del portale (vedi Figura 12).

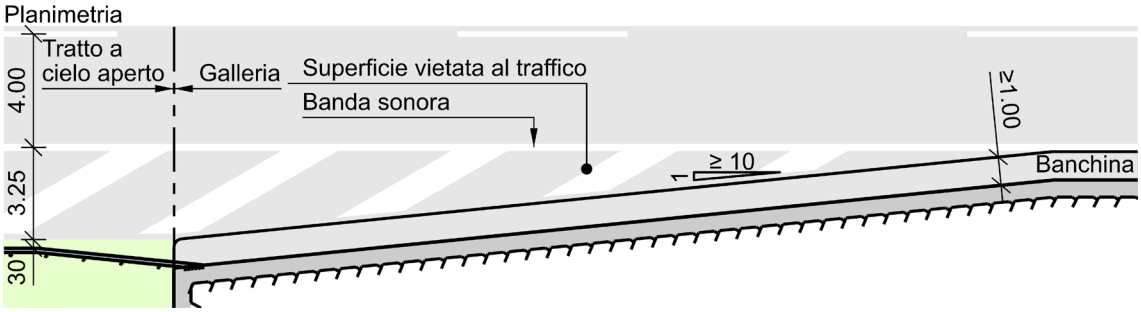


Figura 12: Variante 5 – Allargamento del profilo della galleria nella zona del portale

Si devono tenere in considerazione i seguenti requisiti:

- L'adattamento della parete della galleria alla sezione del tunnel deve avere una inclinazione massima di 1:10 rispetto all'asse stradale.
- La larghezza della banchina va mantenuta costante parallela alla parete della galleria fino al portale. L'abbassamento della banchina nella zona del portale con rampe è da evitare.

- Quando si modifica la sezione trasversale all'interno della galleria (ad esempio, da un profilo rettangolare a uno ad arco), si deve evitare l'impatto di camion e autobus (vedi Figura 4).

Ulteriori indicazioni

I portali delle gallerie non protetti e le sporgenze murarie devono essere obbligatoriamente segnalati con strisce inclinate bianco-nere rispetto all'asse della carreggiata. Le dimensioni possibili delle strisce sono indicate nella norma VSS 40 822 Barriere.

Prima dell'ingresso in galleria, la linea di margine deve essere realizzata, per una lunghezza minima di 100 metri, con una marcatura profilata che avvisi acusticamente i conducenti in caso di uscita dalla corsia normale.

Se la banchina della galleria prosegue anche nel tratto a cielo aperto, la guida ottica deve essere prolungata di conseguenza.

L'accesso agli impianti di sicurezza, come colonnine SOS e idranti, secondo la norma SIA 197/2, deve essere garantito (ad esempio mediante abbassamento della barriera di sicurezza o integrazione nella parete o muro guida). Deve essere assicurata anche la continuità dei percorsi di fuga.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 270 *Abdichtungen und Entwässerungen, Allgemeine Grundlagen und Schnittstellen* (Impermeabilizzazione e drenaggi – Principi generali e interfacce)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

SIA 274 *Abdichtungen von Fugen in Bauten – Projektierung und Ausführung* (Impermeabilizzazione di giunti – Progettazione ed esecuzione)

SIA 280 *Kunststoffdichtungsbahnen - Produkte- und Baustoffprüfung, Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione in materiale plastico – Prove su prodotti e materiali, campi d'impiego)

SIA 281 *Bitumenhaltige Dichtungsbahnen – Bitumenbahnen - Geosynthetische Bitumendichtungsbahnen - Produkte, Baustoffprüfungen und Anwendungsgebiete* (Membrane per impermeabilizzazione bituminose – membrane bituminose - membrane per impermeabilizzazione bituminose geosintetiche – Prove su prodotti e materiali, campi d'impiego)

SIA 283 *Gussasphalt für Abdichtungen, Schutz- und Nutzschichten, Bodenbeläge und Estriche im Hochbau – Produkte- und Baustoffprüfungen, Eigenschaften und Konformität* (Asfalto colato per impermeabilizzazioni, strati di protezione e di usura, rivestimenti di pavimentazione e sottofondi nell'edilizia – Prove su prodotti e materiali, caratteristiche e conformità)

SIA 284 *Fugendichtstoffe für nicht befahrene Fugen in Bauten* (Sigillanti per giunti di superfici non carrabili)

Scheda SIA 2042 *Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Misure preventive contro danni da reazioni alcali-aggregato in costruzioni di calcestruzzo)

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)* (Reazione alcali-aggregato)

Scheda 24 001-10104 Diramazioni

Scheda 24 001-10302 Rivestimento definitivo

Scheda 24 001-10303 Sistemi di rivestimento superficiale e tinteggiatura delle gallerie

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie
Scheda 24 001-10704 Piazzole d'emergenza
Scheda 24 001-10705 Collegamenti trasversali carrabili
Scheda 24 001-10706 Collegamenti trasversali pedonali
Scheda 24 001-10805 Progettazione dei portali
Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le variazioni di sezione sono presenti in vari punti nelle gallerie e possono generare diversi problemi (impermeabilizzazione, fessurazioni, giunti e così via).

Di seguito vengono illustrati i diversi casi possibili (ad es. piazzole d'emergenza, collegamenti trasversali, raccordo con sezione a cielo aperto, ecc.).

- In corrispondenza delle piazzole d'emergenza si registra un aumento improvviso della sezione trasversale di scavo. Occorre pertanto considerare i diversi rapporti di rigidezza (setti trasversali all'asse della carreggiata), l'ampliamento della luce della soletta intermedia, le caratteristiche dell'impermeabilizzazione nell'area di discontinuità così come i dettagli del drenaggio (ad es. pendenza, guida della caditoia a fessura). Inoltre, nelle piazzole d'emergenza è possibile predisporre degli accessi al canale tecnico (WELK) o alla soletta intermedia, oppure prevedere una via di fuga.
- I collegamenti trasversali sono generalmente perpendicolari all'asse della galleria. La calotta della galleria deve essere dimensionata in modo da considerare la discontinuità nel setto. In caso di collegamento trasversale con rivestimento definitivo, in determinate circostanze potrebbe essere necessario un sistema di dilatazione per galleria e collegamento trasversale. Occorre prestare particolare attenzione ai punti di raccordo e terminazione dell'impermeabilizzazione, così come ai diversi tracciati delle condotte. Nel punto di raccordo del collegamento trasversale è possibile includere accessi al canale tecnico (WELK) o alla soletta intermedia (ad es. vano scale).
- In corrispondenza del passaggio alla sezione a cielo aperto, la sezione a ferro di cavallo o circolare della galleria in sotterraneo si congiunge a una sezione rettangolare o a ferro di cavallo spesso con geometria modificata. Anche in questo caso è necessario considerare i diversi rapporti di rigidezza (ad es. armatura, dilatazione), nonché i diversi sistemi o raccordi d'impermeabilizzazione, il tracciato delle condotte di drenaggio e altre tubazioni, oppure la posizione del canale tecnico (WELK).

Le differenti situazioni di pericolo lungo l'asse longitudinale della galleria possono eventualmente richiedere una differenziazione dello spessore del rivestimento definitivo. Le discontinuità risultanti nella sezione della galleria possono manifestarsi come sotto illustrato, in funzione del metodo d'avanzamento, della geologia e del tipo di rivestimento definitivo.

- In caso di avanzamento con fresa meccanica (TBM), il **raggio di scavo** rimane normalmente costante. La variazione dello spessore del rivestimento può ripercuotersi in casi eccezionali sull'intradosso, cioè sulla superficie del rivestimento definitivo. Ad esempio, con un avanzamento della fresa meccanica TBM in un ammasso roccioso rigonfiante potrebbe essere richiesto un rivestimento in conci dell'arco rovescio di spessore maggiore. Nella posa dell'impermeabilizzazione o per un'eventuale armatura del rivestimento definitivo è necessario considerare la discontinuità nell'intradosso.

- Con un metodo di avanzamento convenzionale, l'**intradosso** rimane normalmente costante. La variazione dello spessore del rivestimento definitivo si ripercuote sulla sezione trasversale di scavo.

3. Requisiti

Materiali

- I requisiti del calcestruzzo vanno considerati conformemente alle indicazioni riportate nella scheda tecnica 24 001-10302 "Rivestimento definitivo".
- Nell'area della variazione di sezione trasversale potrebbe essere necessario prevedere un'armatura costruttiva per entrambi gli elementi contigui del rivestimento definitivo, in considerazione del loro diverso comportamento alla deformazione (fessurazione).

Esecuzione del rivestimento definitivo nell'area di variazione della sezione

- Il numero di variazioni della sezione trasversale nell'intradosso deve essere ridotto quanto più possibile al minimo (ottimizzando lo spessore del rivestimento definitivo e adeguando la qualità del calcestruzzo o l'armatura).
- L'impatto delle variazioni di sezione va considerato nella progettazione del sistema di ventilazione.
- Se possibile, la variazione di sezione deve essere collocata in un'area con buone caratteristiche geotecniche.
- Lo svolgimento dei lavori e la realizzazione a tappe degli elementi contigui influenzano in misura determinante i dettagli costruttivi del rivestimento e vanno quindi specificati in modo particolareggiato.

Impermeabilizzazione nell'area di variazione della sezione

- Per minimizzare il rischio di danni all'impermeabilizzazione, in particolare in caso di variazioni di sezione, è necessario eliminare eventuali discontinuità già negli interventi in fase di scavo.
- Osservare i requisiti per l'impermeabilizzazione riportati nelle schede da 24 001-10500 a 24 001-10506 riguardanti questo tema.

Interfacce

- In corrispondenza di variazioni di sezione, sono richieste un'attenta pianificazione e una chiara rappresentazione del tracciato delle condotte tecniche (drenaggio della galleria, caditoia a fessura, tubi per cavi, ecc.).

1. Riferimenti

SIA 179 *Befestigungen in Beton und Mauerwerk* (Elementi di fissaggio in calcestruzzo e muratura)

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 262.005 *Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton – Teil 4-1: Allgemeines* (CEN/TS 1992-4-1:2009) (Dimensionamento degli ancoraggi di elementi di fissaggio in calcestruzzo – Parte 4-1: Principi generali)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA)

Scheda 24 001-10201 Spazio utile per il traffico

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10304 Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione

Scheda 24 001-10406 Condotte circolari nella calotta

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Il sistema di ventilazione influenza in misura determinante il progetto costruttivo della galleria (ad es. la sezione tipo). Nella progettazione di tale impianto è quindi necessaria una stretta collaborazione tra gli esperti coinvolti.

La presente scheda prende in esame gli aspetti costruttivi relativi ai ventilatori longitudinali (altrimenti detti anche acceleratori). Normalmente i ventilatori longitudinali si trovano nelle aree dei portali.

3. Requisiti

Ventilatori longitudinali

- Il dimensionamento dei ventilatori longitudinali avviene sulla base della direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali).
- In linea di principio spetta al progettista della ventilazione determinare la taglia (tipo) e il numero di ventilatori, nonché la rispettiva disposizione in direzione longitudinale. In determinati casi si procede quindi all'ottimizzazione di taglia e numero in collaborazione con il progettista del genio civile.
- I ventilatori longitudinali sono di regola alloggiati sopra lo spazio di transito.
- In nuovi impianti non è più consentito installare i ventilatori longitudinali lateralmente, accanto allo spazio utile per il traffico. Ventilatori longitudinali in sezioni con soletta intermedia richiedono un riprofilamento locale (ampliamento del colmo della volta), oppure un restringimento locale del canale, se tecnicamente possibile con il sistema di ventilazione in uso.
- La distanza tra soletta e carcassa dei ventilatori longitudinali deve essere di almeno 0.30 m.

Materiali

- Osservare al riguardo i requisiti riportati nella scheda tecnica 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".

Schema

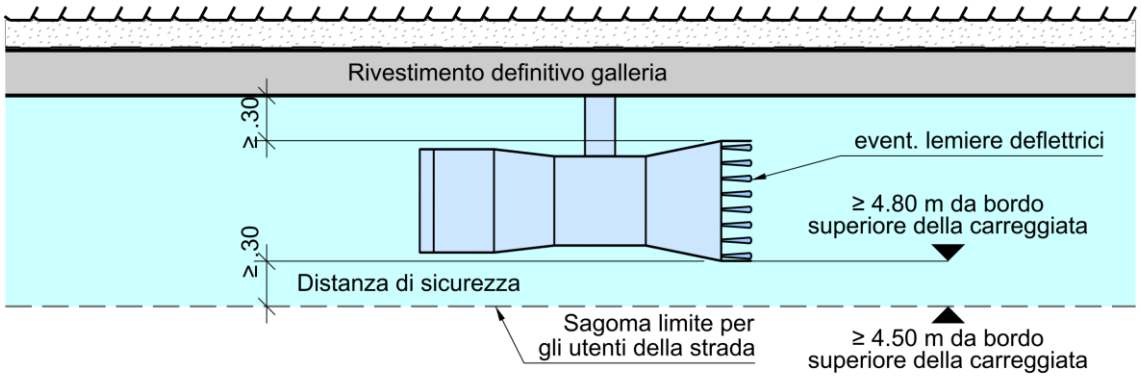


Figura 1: Distanze minime dal rivestimento definitivo della galleria e dallo spazio utile per il traffico

Principi di base per il dimensionamento

- Il diametro esterno dei ventilatori longitudinali è normalmente compreso tra 800 e 1500 mm.
- Nella progettazione delle nicchie per i ventilatori è necessario calcolare una riserva (nel colmo), per permettere l'installazione successiva di ventilatori longitudinali con diametro maggiore nel corso di interventi di risanamento.
- Eventuali variazioni di sezione della soletta possono essere realizzate verticalmente in prossimità di ventilatori longitudinali, a condizione che il flusso del ventilatore possa essere convogliato con una deviazione massima di 15° sotto lo spigolo.

Schema

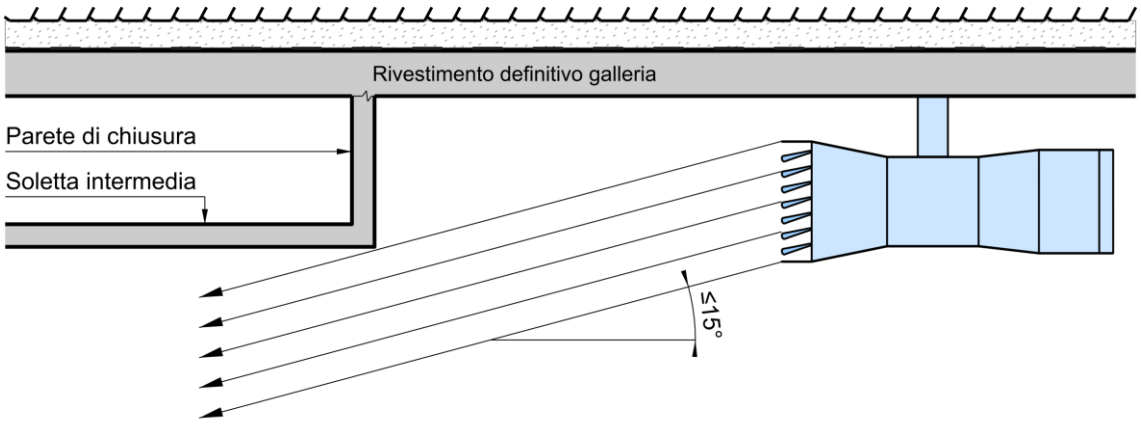


Figura 2: Parete di chiusura diritta (ad es. alla fine della soletta intermedia)

- Nel canale di ventilazione, eventuali pareti verticali delle nicchie porterebbero a perdite di pressione troppo elevate. In caso di restringimenti o allargamenti, si raccomanda pertanto di realizzare le pareti delle nicchie con un angolo massimo di 15°.
- Eseguire il dimensionamento degli elementi di fissaggio secondo le norme SIA 179 e SIA 262.005. Vanno prese in considerazione anche le sollecitazioni a fatica.

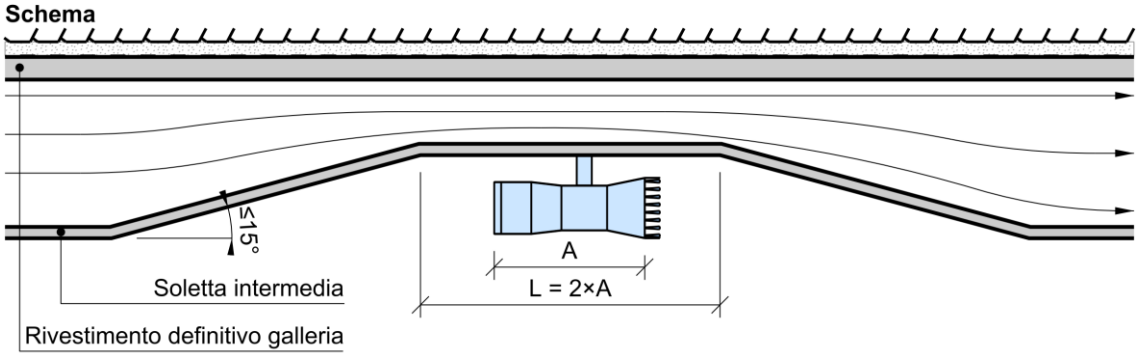


Figura 3: Nicchia smussata in una soletta intermedia senza riprofilamento

Esecuzione del fissaggio

- Spetta al fornitore dei ventilatori longitudinali provvedere al dimensionamento della sospensione, fatti salvi i requisiti riportati nella scheda tecnica 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".
- Secondo la norma SIA 197/2 punto 7.4.1.3, il fissaggio dei ventilatori deve essere progettato in modo da reggere a una temperatura di 450°C per almeno 30 minuti nella prima fase dell'incendio. In singoli casi a seconda del manufatto specifico o della sua ubicazione, l'USTRA può tuttavia prevedere livelli di resistenza superiori.
- Per il montaggio della sospensione preferire l'utilizzo di elementi di fissaggio senza slittamento, ad accoppiamento geometrico e resistenti a fatica in acciaio inossidabile della qualità EN 1.4529, con completa aderenza nel calcestruzzo.
- In caso di fissaggi soggetti a carichi dinamici permanenti vanno evitati gli ancoraggi con tasselli ad espansione.
- Se i ventilatori longitudinali vengono fissati alla soletta intermedia, è necessario evitare la trasmissione di vibrazioni a quest'ultima prevedendo appositi smorzatori di vibrazioni.
- I ventilatori longitudinali devono essere assicurati contro la caduta con funi di ritenzione; vanno comunque osservati anche in questo caso i requisiti della scheda tecnica 24 001-10304 "Elementi di fissaggio nello spazio di transito e nel canale di ventilazione".

1. Riferimenti

Ordinanza conto l'inquinamento fonico (OIF) della Confederazione

Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt) della Confederazione

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 263 Costruzioni di acciaio

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Direttiva ASTRA 13002 *Lüftung der Sicherheitsstollen von Strassentunneln* (Ventilazione dei cunicoli di sicurezza nelle gallerie stradali)

Manuale tecnico USTRA Manufatti

Scheda 24 001-10202 Soletta intermedia

Scheda 24 001-10805 Progettazione dei portali

Scheda 24 001-11002 Ventilatori longitudinali – Aspetti costruttivi

Scheda 24 001-11004 Pozzi

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La presente scheda descrive le aperture realizzate per l'evacuazione di fumi e gas nocivi nelle gallerie con aspirazione (soletta intermedia). Affinché l'aria viziata eliminata dalla galleria non venga nuovamente aspirata dal portale (ricircolo) devono essere soddisfatte determinate condizioni geometriche.

Sono escluse dalla presente trattazione le prese d'aria di aspirazione dei fumi (vedere scheda "Soletta intermedia"). La costruzione dei pozzi è trattata inoltre nella scheda tecnica 24 001-11004 "Pozzi".

3. Requisiti

Requisiti prioritari

- I requisiti si basano sulle prescrizioni della direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali).
- Nella collocazione delle aperture per l'evacuazione dei fumi devono essere presi in considerazione la topografia, le condizioni meteorologiche locali, le caratteristiche geologiche, così come i pericoli naturali.

- Osservare la distanza minima prescritta nella direttiva ASTRA 13001 tra le aperture di evacuazione fumi e il portale della galleria o altre opere confinanti, oppure fare eseguire il calcolo di tale distanza a uno specialista sulla base della tecnologia di ventilazione in uso.
- La soluzione architettonica non deve ostacolare la funzionalità delle aperture di evacuazione fumi.
- In linea di principio, le aperture di evacuazione fumi devono essere progettate in modo che l'aria viziata venga espulsa perpendicolarmente verso l'alto. Eventuali deroghe a tale regola devono essere motivate e verificate dal progettista del sistema di ventilazione. La decisione in merito viene presa dall'USTRA.
- Va verificata l'eventuale necessità di avere accesso alle aperture di evacuazione fumi dall'esterno, tenendo in considerazione le esigenze di manutenzione.
- In linea di principio non sono da prevedere elementi fonoassorbenti.

Dimensionamento delle aperture di evacuazione fumi

- Il dimensionamento tecnico viene eseguito dal progettista del sistema di ventilazione.
- La necessità di predisporre delle lamiere di deviazione (deflettori) va stabilita dal progettista del sistema di ventilazione.
- Nel dimensionamento occorre considerare le pressioni di ventilazione indicate dal progettista del sistema di ventilazione.
- Per l'elaborazione dei dettagli costruttivi, osservare le schede del manuale tecnico Manufatti.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie – Principi di base)

SIA 197/2 *Projektierung Tunnel – Strassentunnel* (Progettazione di gallerie – Gallerie stradali)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

Direttiva ASTRA 13001 *Lüftung der Strassentunnel* (Ventilazione delle gallerie stradali)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)* (Reazione alcali-aggregato)

Scheda 24 001-10302 Rivestimento definitivo

Scheda 24 001-10500 Impermeabilizzazione – Aspetti generali

Scheda 24 001-10501 Impermeabilizzazione a ombrello

Scheda 24 001-10502 Impermeabilizzazione integrale

Scheda 24 001-10504 Membrane per impermeabilizzazione

Scheda 24 001-10505 Sistemi d'iniezione

Scheda 24 001-10506 Impermeabilizzazione e drenaggio di opere secondarie

Scheda 24 001-11003 Aperture di evacuazione fumi

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Di regola i pozzi sono realizzati insieme alle aperture per l'evacuazione dei fumi. In caso di centrali ubicate nella montagna potrebbero essere necessari pozzi di maggiore profondità. Tale evenienza può verificarsi in gallerie lunghe. I pozzi possono essere profondi anche svariate centinaia di metri.

3. Requisiti

Requisiti prioritari

- La posizione dei pozzi va stabilita in funzione delle condizioni meteorologiche (per sistemi di aspirazione / evacuazione), topografiche e geologiche.
- Nella disposizione dei pozzi occorre prendere in considerazione anche i pericoli naturali (caduta sassi, valanghe, ecc.).
- Va verificata l'eventuale necessità di avere accesso alle aperture di evacuazione fumi dall'esterno, tenendo in considerazione le esigenze di manutenzione.

- Evitare, se possibile, pozzi inclinati (difficoltà di costruzione e manutenzione) e preferire invece una soluzione che combina un cunicolo orizzontale e un pozzo verticale.
- Le dimensioni dei pozzi dipendono dal progetto di ventilazione.

Impermeabilizzazione dei pozzi

- I pozzi devono soddisfare almeno i requisiti della classe di impermeabilizzazione 2 (per la formazione di ghiaccio in inverno). La necessità di una impermeabilizzazione va verificata in funzione delle venute d'acqua, della pressione idrostatica e della composizione chimica dell'acqua.
- Osservare i requisiti per l'impermeabilizzazione riportati nelle schede da 24 001-10501 a 24 001-10506.
- L'acqua meteorica che si raccoglie sul fondo del pozzo va captata e smaltita possibilmente con deflusso a pelo libero.

Rivestimento definitivo dei pozzi

- In linea di principio è necessario prevedere un rivestimento definitivo per i pozzi.
- I requisiti al riguardo sono illustrati nella scheda 24 001-10302.
- Il rivestimento del pozzo va generalmente realizzato senza armatura, dimostrando comunque la fattibilità statica.
- Lo spessore del rivestimento definitivo del pozzo va dimensionato secondo le norme SIA vigenti, tuttavia non deve essere inferiore a 25 cm.
- Qualora sia necessaria una impermeabilizzazione, occorre considerare la ridotta trasmissione dei carichi tra anello interno e ammasso roccioso.
- Per l'acquisizione della certificazione sismica, seguire le indicazioni riportate nella scheda 24 001-18200.
- In linea di principio, eventuali pareti divisorie nel pozzo vanno realizzate con armatura e con collegamento monolitico al rivestimento definitivo. Si dovranno prendere in considerazione le differenze di pressione a causa delle pressioni di ventilazione, sulla base dei dati forniti nel progetto per la ventilazione.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 118/262 Condizioni generali per le costruzioni in calcestruzzo

SIA 266 Costruzioni di muratura

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

Scheda SIA 2042 *Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Misure preventive contro danni da reazioni alcali-aggregato in costruzioni di calcestruzzo)

SIA 267 002 / EN 1997-2 Eurocode 7: *Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds* (Progettazione geotecnica – Parte 2 Indagini geotecniche in sito e in laboratorio nel sottosuolo)

VSS 40 621 *Ingenieurbiologie – Bauweisen, Bautechniken und Ausführung* (Biologia ingegneristica – Metodi costruttivi, tecnologie costruttive ed esecuzione)

VSS 40 671c *Grünräume – Begrünung, Saatgut, Mindestanforderungen und Ausführungsmethoden* (Spazi verdi – Inverdimento, sementi, requisiti minimi e metodi di gestione)

SN 640 383a *Stützbauwerke – Konzeption, Projektierung und Ausführung* (Opere di sostegno – Concezione, progettazione ed esecuzione)

VSS 40 568 *Passive Sicherheit im Strassenraum – Geländer* (Sicurezza passiva nello spazio stradale – Parapetti)

VSS 70 125a *Filtermaterialien – Qualitätsvorschriften* (Materiali di filtrazione – Prescrizioni di qualità)

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere in terreni instabili)

VSS, *Stützmauern Band 1, Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion* (Muri di sostegno, volume 1, Criteri di calcolo e costruzione), pagg. 1-160, 1966.

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Direttiva ASTRA 12002 *Überwachung und Unterhalt von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Monitoraggio e manutenzione dei manufatti delle strade nazionali)

Direttiva ASTRA 12005 *Boden- und Felsanker* (Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR), Grundlagen und Massnahmen bei neuen und bestehenden Kunstbauten* (Reazione alcali-aggregato – Principi e misure in manufatti nuovi ed esistenti)

Documento ASTRA 82017 Sicurezza sismica di opere in terra e di sostegno – Dimensionamento e verifica (in tedesco)

Documento ASTRA 82018 Sicurezza sismica di opere in terra e di sostegno – Studi di casi (in tedesco)

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 22 001-14130 Risanamento del calcestruzzo

Scheda 22 001-14140 Sistemi di protezione delle superfici – Generalità

Scheda 22 001-14210 Indicazioni costruttive e armatura minima

Scheda 24 001-15103 Impermeabilizzazione e drenaggio delle opere di sostegno

Scheda 24 001-15104 Opere di sostegno ancorate

2. Aspetti generali

Le opere di sostegno assolvono la funzione di supporto dei terreni sopra e sotto i manufatti stradali, quando per mancanza di spazio o per motivi geotecnici non è possibile avere una scarpata naturale. Tali opere permettono di compensare un dislivello del terreno in uno spazio ristretto.

In linea di principio si distingue tra muri di sostegno in rilevato o di sottoscarpa (a valle) e in sterro o di controripa (a monte), a seconda della posizione dell'asse stradale.

La norma SN 640 383a descrive in generale le opere di sostegno per tutti i tipi di strade. Per le strade nazionali vanno osservati specifici requisiti:

- durabilità delle opere
- ridotta manutenzione
- esposizione a sostanze nocive (sale antigelo, gas di scarico, solfati nelle acque d'infiltrazione)
- forti sollecitazioni climatiche (irraggiamento solare, cicli di gelo-disgelo)
- necessità di fissaggio di dispositivi di delimitazione del tracciato stradale in sommità

Strutture di sostegno realizzate con gabbioni riempiti di sassi e muri cellulari a gabbia (elementi prefabbricati), targonate con profili in acciaio o paratoie, terre armate e muri con rivestimento in geotessile non sono normalmente ritenute idonee come costruzioni durature per le strade nazionali.

In caso di opere di sostegno ancorate, osservare anche le schede 24001 – 15400 o 15500.

3. Indicazioni speciali

Aspetti generali

- In linea di principio, i muri di sostegno non possono essere inverditi.
- Di norma, il coronamento del muro deve essere inclinato del 3% verso il pendio e avere una larghezza minima di 300 mm.
- Il muro di sostegno deve avere uno spessore costruttivo minimo di 300 mm.
- La necessità di protezioni anticaduta va valutata ai sensi della norma VSS 40 568 e la rispettiva realizzazione dovrà ugualmente sottostare ai requisiti di tale normativa.
- Davanti a paratie sul lato pendio occorre prevedere un parapetto al bordo della carreggiata.
- Le quote riportate nelle Figura 1 per bordo libero e larghezza della berma vanno considerate come valori di riferimento, adattabili in base ai rischi (colate detritiche di versante, slavine, drenaggio, ecc.) o agli interventi di manutenzione. Si consiglia un'inclinazione del paramento rispetto alla verticale di 10:1.

Sezione trasversale

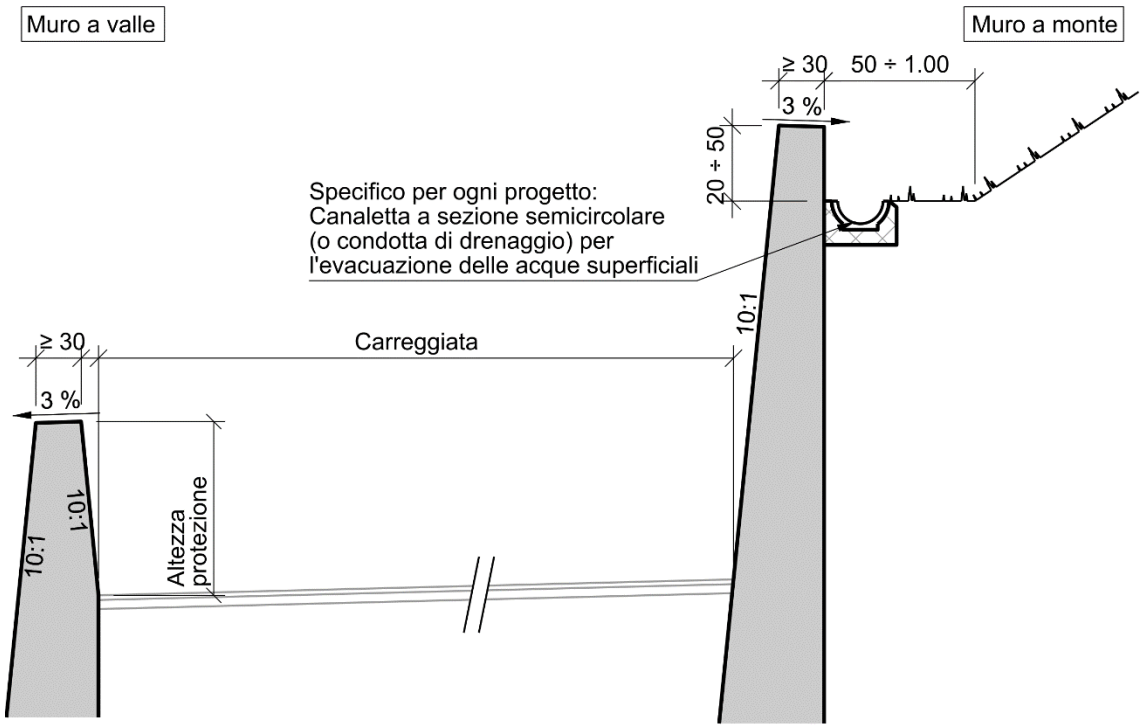


Figura 1: Configurazione del coronamento di un muro di sostegno

Acque d'infiltrazione, drenaggio

- Le opere di sostegno devono essere protette controterra da una impermeabilizzazione e drenate conformemente alla scheda tecnica 24 001-15103 "Impermeabilizzazione e drenaggio delle opere di sostegno".
- L'acqua di superficie deve poter defluire in modo efficace in modo da escludere che infiltrazioni d'acqua nel riempimento possano dar luogo a incrementi della pressione idrostatica a tergo del muro.
- Nel terreno possono presentarsi infiltrazioni e pressioni idriche tali da aggravare le sollecitazioni sui muri di sostegno. Tali circostanze devono essere considerate nel dimensionamento del muro o evitate mediante misure costruttive (strati di drenaggio, condotte di scarico).
- In considerazione della notevole influenza esercitata dall'acqua di versante sulla stabilità del pendio stesso, può essere opportuno nelle pareti esistenti prevedere dei fori di drenaggio, disposti in modo tale da consentire la manutenzione del sistema di drenaggio e il lavaggio e la pulizia dei fori. È necessario inoltre prestare attenzione all'azione del gelo.
- Oltre alla pressione idrostatica, occorre prendere in considerazione anche le tensioni interstiziali e le eventuali pressioni idrodinamiche, ove queste agiscano sfavorevolmente. Nella verifica della stabilità del terreno non vanno trascurate le condizioni idrostatiche e idrodinamiche.
- Opere di sostegno costruite sulla roccia possono avere un effetto impermeabilizzante (effetto barriera) e ostacolare il deflusso dell'acqua dalle fratture. È necessario uno strato di drenaggio (materassino drenante, piastre filtranti) con una copertura resistente al gelo e un'adeguata trasmissione delle forze senza deformazione da compressione.

Dimensionamento

- Nuova costruzione (di regola): Per le verifiche geotecniche di portanza in genere si deve assumere una spinta attiva delle terre fattorizzata (E_a + E_0) / 2. Inoltre, si deve prendere in considerazione la pressione di compattazione, p. es. come spinta minima del terreno con e_{min} = 15 kN/m2. Nei sistemi poco soggetti a deformazione si deve assumere una spinta a riposo E_0. Le stesse ipotesi valgono anche per le verifiche di sicurezza strutturale e di efficienza funzionale.
- Verifica dei muri di sostegno a mensola esistenti: assumere per tutte le verifiche (sicurezza strutturale e stabilità globale) una spinta attiva E_a compatibilmente con il sistema portante e soprattutto le fondazioni (capacità di sopportare deformazioni).
- In caso di verifica di portanza delle fondazioni, il procedimento semplificato secondo Brinch-Hansen può anche essere sostituito dal metodo delle strisce p. es. secondo Krey-Bishop.
- I muri di sostegno vanno costruiti senza giunzioni in direzione longitudinale.
- Se possibile, realizzare i muri a gravità senza armatura.
- Il quantitativo minimo di armatura va stabilito conformemente alla norma SIA 262. Nei muri di sostegno a monte fino a 3 m e nei muri di sostegno a valle devono essere soddisfatti i requisiti elevati secondo la norma SIA 262, Tab. 17. Per le restanti superfici al di fuori di

queste aree si applicano esigenze accresciute. Si osservino anche le indicazioni della scheda 24 001-14210.

- Il copriferro dell'armatura deve essere eseguito secondo la direttiva USTRA sulla progettazione ed esecuzione dei manufatti, Allegato 6. Assicurare un copriferro minimo di 55 mm.

Materiali

- La qualità del calcestruzzo va stabilita in funzione della composizione chimica dell'acqua di contatto (acqua freatica, acqua d'infiltrazione, spruzzi d'acqua) e del sottosuolo. In prossimità di terreni agricoli coltivati è necessario considerare l'impatto di liquami e concimi (a volte molto aggressivi per l'acciaio e il calcestruzzo).
- L'uso del calcestruzzo di tipo G-ND secondo la documentazione USTRA n. 82024 può essere autorizzato solo previo accordo dello specialista manufatti del sostegno tecnico USTRA (FaS T/G). Lo scopo di questo tipo di calcestruzzo è quello di controllare meglio la fessurazione, evitando uno sviluppo troppo rapido della resistenza e sovrastima indesiderata (possibili ambiti di utilizzo: parapetti, bordi di ponti, muri di sostegno, pareti SABA, ecc.).
- Per evitare la reazione alcali-aggregato, osservare le indicazioni fornite nel documento ASTRA 82013 su questo tema, nonché la scheda SIA 2042 sulla prevenzione della reazione alcali-aggregato (AAR) nelle opere in calcestruzzo.
- Quando viene applicato direttamente sul sottofondo, il calcestruzzo non può essere protetto con vernici o rivestimenti superficiali. Si dovranno pertanto utilizzare calcestruzzi con un'alta resistenza contro l'aggressione chimica, secondo la norma SIA 267/1 punto 4.2 (edizione 2011).
- Non è consentito l'uso di calcestruzzo poroso o drenante.
- Materiale di riempimento: le opere di sostegno vanno riempite a tergo con materiale di riporto naturale, non inquinato e permeabile (materiale sciolto), con una percentuale possibilmente ridotta di limo (silt) e argilla. Materiali da costruzione riciclati possono essere utilizzati a condizione che siano conformi alle prescrizioni di compatibilità ambientale.
- Il riempimento a tergo del muro di sostegno deve essere realizzato in modo da assicurare il drenaggio del muro attraverso il materiale di riempimento, oppure mediante la posa di drenaggi. I sistemi di drenaggio devono soddisfare i criteri di filtrazione secondo la norma VSS 70 125a. Si osservino anche le indicazioni della scheda 24 001-15103 "Impermeabilizzazione e drenaggio delle opere di sostegno".

Esecuzione

- Evitare assolutamente la formazione di nidi di ghiaia a livello delle fughe. Prima della messa in opera del calcestruzzo della parete verticale, impermeabilizzare la fessura tra il cassero per la parete e il bordo superiore delle fondamenta.
- Dopo la messa in opera del calcestruzzo, controllare tutte le superfici rivestite per accertare l'assenza di nidi di ghiaia. Se ciononostante si dovesse rilevare un nido di ghiaia, provvedere alla sua riparazione a regola d'arte. Non è consentito coprire il nido di ghiaia

con malta cosmetica, perché tale pratica non offre un'adeguata protezione contro la corrosione dell'armatura.

- Come misura costruttiva aggiuntiva è possibile valutare una delle seguenti soluzioni:
  - realizzazione di un sopralzo di ca. 10 cm al fine di innalzare il livello del giunto di lavoro tra le fondazioni e il muro
  - impiego di un'armatura resistente alla corrosione di classe KWK 1 nell'area di incastro (sul lato di trazione), ai sensi della scheda tecnica SIA 2029
  - applicazione di una base in malta (malta di montaggio)
  - creazione di spazi temporanei nell'armatura in sommità al fine di portare il tubo per calcestruzzo possibilmente fino al livello delle fondazioni
- I muri di sostegno a valle vanno riempiti a tergo con strati di materiali di riporto facilmente compattabili, ghiaiosi e sabbiosi. Procedere alla compattazione meccanica degli strati di posa ogni 30 - 40 cm, per limitare futuri assestamenti e spostamenti.

Monitoraggio

- Le opere di sostegno devono essere tenute sotto controllo per tutta la durata di utilizzazione. L'ambito e l'intensità del monitoraggio dipende prevalentemente dall'altezza e dal potenziale di pericolo dell'opera di sostegno. Documentare le principali attività nel piano di monitoraggio e manutenzione.
- Osservare al riguardo la direttiva ASTRA 12002 su monitoraggio e manutenzione dei manufatti delle strade nazionali, capitolo 4.
- Documentare in KUBA-DB i sistemi di drenaggio ed eseguire periodicamente le opportune attività manutentive (ad es. pulizia e lavaggio).
- Per le opere di sostegno ancorate è particolarmente importante eseguire un attento monitoraggio per l'intera durata di utilizzazione. Si osservino anche le indicazioni della scheda 24 001-15104 "Opere di sostegno ancorate" e della direttiva ASTRA 12005 "Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia".
- La norma VSS 70 305 fornisce indicazioni su strumenti e metodi da utilizzare per il monitoraggio di terreni instabili.

1. Riferimenti

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 272 *Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau* (Impermeabilizzazione e drenaggi di costruzioni interrate e sotterranee)

Scheda SIA 2042 *Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Misure preventive contro danni da reazioni alcali-aggregato in costruzioni in calcestruzzo)

SN 592 000 Impianti per lo smaltimento delle acque dei fondi – Progettazione ed esecuzione (Suissetec/VSA)

VSS 40 354 *Strassenentwässerung – Entwässerung über das Bankett* (Drenaggio stradale – Drenaggio tramite la banchina)

VSS 40 355 Strassenentwässerung – Drainage (Drenaggio stradale – Drenaggio)

VSS 40 360 *Strassenentwässerung: Rohrleitungen und Drainagen – Ausführungsvorschriften* (Drenaggio stradale: condotte e drenaggi – Prescrizioni esecutive)

VSS 70 125a *Filtermaterialien – Qualitätsvorschriften* (Materiali di filtrazione – Prescrizioni di qualità)

VSS 70 241 *Geokunststoffe – Anforderungen für die Funktionen Trennen und Filtern* (Geotessili – Requisiti per le funzioni di separazione e filtro)

SN 640 383a *Stützbauwerke – Konzeption, Projektierung und Ausführung* (Opere di sostegno – Concezione, progettazione ed esecuzione)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)* (Reazione alcali-aggregato)

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 24 001-15101 Opere di sostegno – Aspetti generali

Scheda 24 001-15102 Protezione controterra di opere di sostegno

Scheda 21 001-10400 e segg. Drenaggio e trattamento delle acque di scarico stradali

2. Aspetti generali

Per garantire la durabilità, le opere di sostegno vanno protette dalle infiltrazioni d'acqua mediante un'impermeabilizzazione controterra.

Il drenaggio è essenziale per la funzionalità dell'opera sul lungo periodo.

3. Requisiti

- Qualora non sia possibile garantire un drenaggio controterra permanente, l'opera va dimensionata tenendo conto della pressione idrostatica massima ipotizzabile (ad es. trincee in acquifero freatico, paratie chiuse, diaframmi).
- Il calcolo statico deve prendere in considerazione il livello massimo della falda.
- Non è possibile impermeabilizzare controterra opere di sostegno rivestite in calcestruzzo controterra, quali paratie di pali e pareti targonate con funzione portante permanente. Per queste opere occorre invece prevedere una formula del calcestruzzo resistente alla reazione alcali-aggregato (RAA) e adottare la classe di prevenzione della resistenza alla RAA come da Scheda SIA 2042 (cfr. anche la Documentazione ASTRA 82013 e la Scheda 22 001-14110).
- Di norma è necessario integrare un sistema di drenaggio efficiente e duraturo, con possibilità di controllo e spurgo.
- L'acqua meteorica va raccolta già in superficie, a tergo dell'opera, e fatta defluire separatamente.
- Le acque di versante o di infiltrazione che insistono sul lato posteriore del muro vanno drenate verticalmente e quindi raccolte e deviate per mezzo di dreni tubolari longitudinali (v. Figura 1). L'acqua (acqua pulita) va convogliata lontano dall'opera e se possibile lasciata filtrare in loco.

Impermeabilizzazione

- Per gli elementi costruttivi a contatto con il terreno deve essere previsto come minimo uno strato protettivo a base di bitume (strato bituminoso). Nelle zone di protezione delle acque sotterranee è richiesto l'uso di rivestimenti protettivi in materiale sintetico o resina epossidica. In alternativa e/o in caso di requisiti elevati è possibile utilizzare membrane impermeabilizzanti in materiale sintetico o bitume polimero.
- I giunti di lavoro orizzontali vanno protetti contro le infiltrazioni d'acqua controterra, sia a monte che a valle, con un nastro adesivo impermeabilizzante applicato esternamente (v. Figura 1).

Drenaggio

- Per drenare in modo omogeneo l'intera superficie posteriore dei muri si utilizzano normalmente geocompositi drenanti resistenti alla compressione oppure piastre filtranti, prevedendo sempre dreni tubolari sottostanti.
- L'opera deve essere riempita a tergo con strati di materiali di riporto idonei, avvalendosi di mezzi adeguati per evitare di danneggiare l'impermeabilizzazione o lo strato di drenaggio. Selezionare a tal fine materiali di riporto con una granulometria tale da non arrecare danni al geocomposito drenante in fase di realizzazione e rispettare la distanza minima di 30 cm tra il compattatore e il muro.
- Nel caso di terreni coesivi poco permeabili è possibile prevedere sul taglio di versante drenaggi inclinati (camini di drenaggio, drenaggi a Y) e tappeti drenanti.

- In caso di nuove costruzioni evitare l'uso di fognoli, tubi di drenaggio o tubi di scarico (i cosiddetti "barbacani").
- L'impiego di calcestruzzo poroso non è consentito a causa del rischio di depositi calcarei.

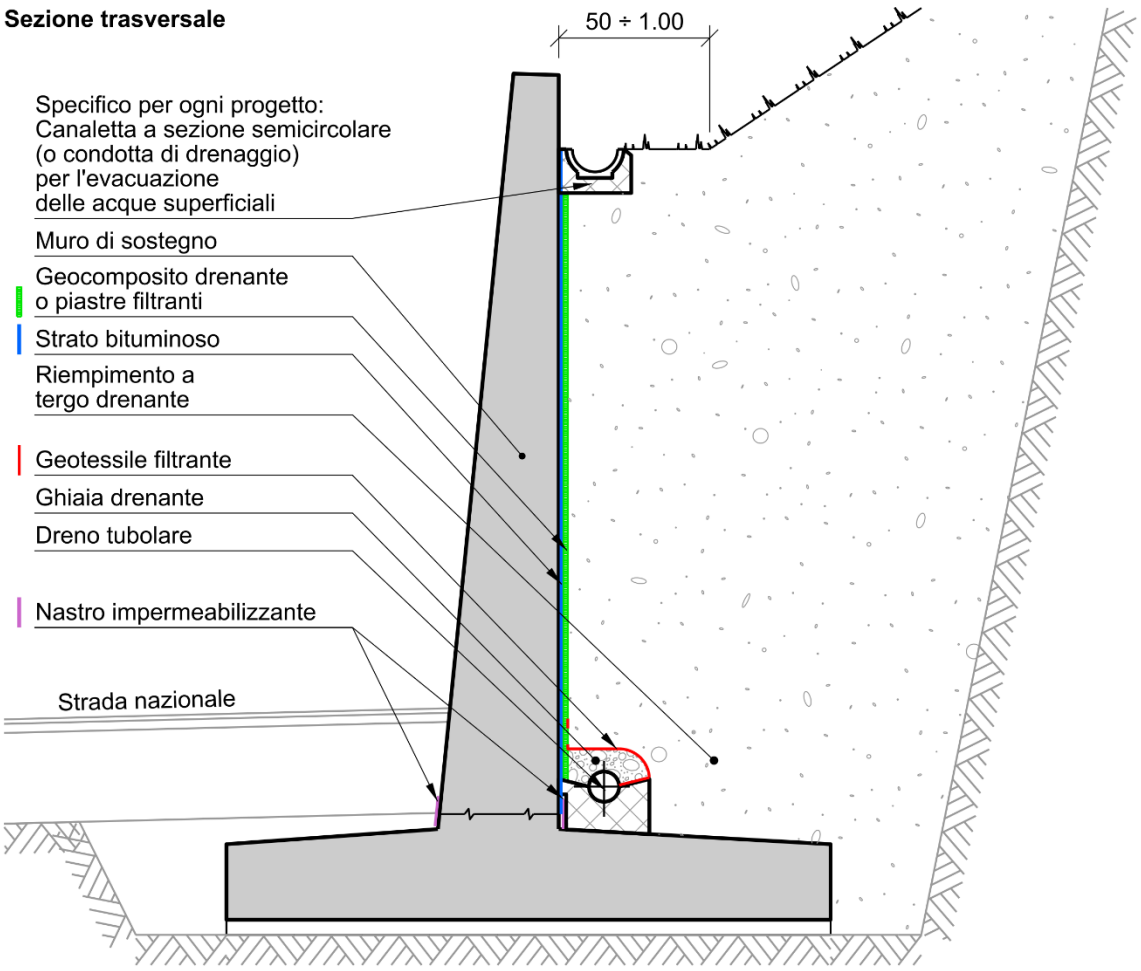


Figura 1: Schema di costruzione del muro di sostegno

Dreni tubolari

- Le condotte di drenaggio (dreni tubolari o di trasporto) devono avere un diametro minimo di 200 mm e una pendenza superiore all'1.0 %. Vanno impiegati dreni tubolari provvisti di fessure, come descritto nella Scheda 24 001-10601.
- Nella progettazione del sistema di drenaggio devono essere osservati i criteri di filtrazione di tutti i materiali di riporto come da norma VSS 70 125a, incluso il materiale utilizzato per il riempimento a tergo delle opere di sostegno.

- I dreni tubolari vengono di norma ricoperti con ghiaia o pietrisco drenante, ad es. 16/32 o 32/45. La ghiaia va protetta con un geotessile filtrante, che non dovrà essere posato direttamente sul dreno (v. Figura 1).
- I requisiti relativi al geotessile vanno definiti in base alle prescrizioni della norma VSS 70 241. Come geotessili filtranti risultano particolarmente idonei geotessuti con un'apertura di almeno 0.20 mm. A causa del rischio di ostruzione non è invece ammesso l'uso dei cosiddetti "tessuti non tessuti". Per la scelta del tessuto filtrante è possibile consultare il registro dei prodotti dell'Associazione Svizzera per i Geosintetici (SVG) all'indirizzo www.geotex.ch.

Dispositivi di cacciata

- Vista la rilevanza statica del drenaggio, la condotta di drenaggio deve poter essere ispezionata e pulita.
- La distanza massima consentita tra i dispositivi di cacciata è di 75 m. La condotta dovrà essere realizzata in modo da assicurare un percorso lineare costante per i mezzi di pulizia impiegati (senza curve strette, solo archi < 45°).
- I dispositivi di cacciata vanno posizionati in base alle rispettive modalità di accesso.
- Le nicchie di cacciata devono essere idonee per l'accesso dalla parte anteriore (v. Figura 2).
- Qualora l'accesso anteriore risulti difficoltoso, impossibile o indesiderato, al posto delle nicchie di cacciata è possibile prevedere pozzetti d'ispezione con accesso dall'alto. A seconda della situazione si possono predisporre anche apposite colonne di spurgo/lavaggio. I pozzetti d'ispezione e le condotte di spurgo/lavaggio devono comunque trovarsi al di fuori della carreggiata.
- Disporre le nicchie di cacciata in modo che ogni sezione della condotta possa essere pulita autonomamente. Le nicchie devono essere dotate di porte chiudibili, in modo da evitare che al suo interno possano penetrare acqua stradale o piccoli animali.

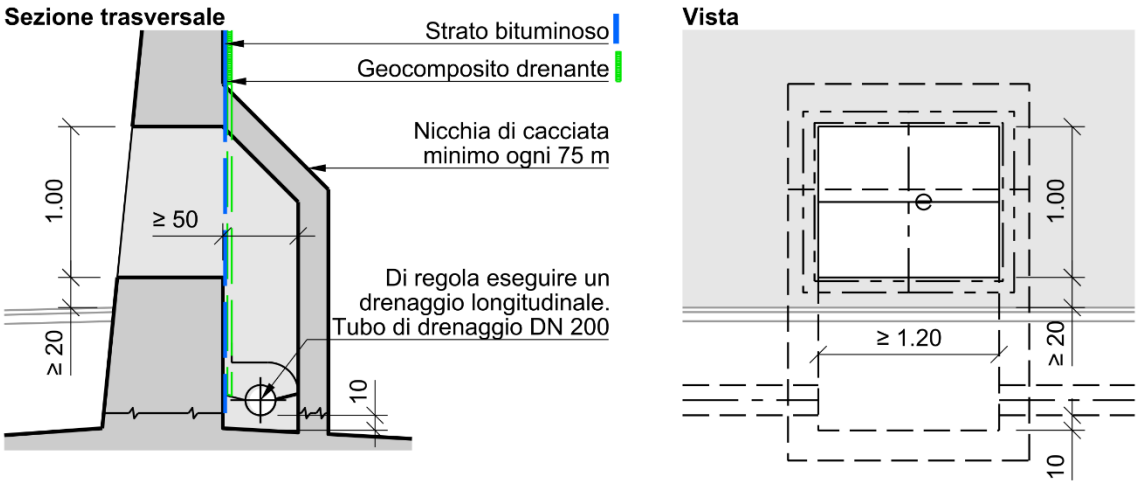


Figura 2: Schemi di nicchia di cacciata

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 118/262 Condizioni generali per le costruzioni in calcestruzzo

SIA 267 Geotecnica

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 269/8 Conservazione delle strutture portanti – Sicurezza sismica

SIA 267.002 NA (EN 1997-2) *Erkundung und Untersuchung des Baugrundes* (Indagini e prove nel sottosuolo)

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere in terreni instabili)

SN 640 383a *Stützbauwerke – Konzeption, Projektierung und Ausführung* (Opere di sostegno – Concezione, progettazione ed esecuzione)

Direttiva ASTRA 12005 *Boden- und Felsanker* (Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia)

Documentazione ASTRA 82017 *Erdbebensicherheit von Erd- und Stützbauwerke: Bemessung und Überprüfung* (Sicurezza sismica di opere in terra e di sostegno – Dimensionamento e verifica)

Documentazione ASTRA 82019 *Erdbebensicherheit von Erd- und Stützbauwerke: Fallbeispiele* (Sicurezza sismica di opere in terra e di sostegno: casi di studio)

Scheda 24 001-15101 Opere di sostegno – Aspetti generali

Scheda 24 001-15200 Tagli di versante e terrapieni

Scheda 24 001-15400 Tiranti di ancoraggio attivi

Scheda 24 001-15500 Tiranti di ancoraggio passivi

Scheda 24 001-18200 Terremoti

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Manuale ASTRA EP F3 *Ankerdoku V2.0, Permanente Ankersysteme (2016)* (Documentazione di ancoraggio V2.0 – Sistemi di ancoraggio permanenti)

2. Aspetti generali

Le opere di sostegno possono essere rinforzate in modo permanente o provvisorio con tiranti di ancoraggio attivi o passivi. I requisiti di realizzazione e monitoraggio aumentano fra opere

permanenti e temporanee, in particolare per quanto riguarda la protezione anticorrosiva. Le opere di sostegno ancorate richiedono un piano di monitoraggio e manutenzione.

I tiranti di ancoraggio vengono solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie che, penetrando nel sottosuolo, possono ridurre sostanzialmente la permeabilità del terreno. Si ricorda che le iniezioni cementizie possono incidere sulle condizioni idrogeologiche del sottosuolo e aumentare la pressione interstiziale dell'acqua.

3. Indicazioni speciali

Valutazione di opere ancorate (valutazione opere BWB)

- Le opere di sostegno ancorate esistenti devono essere valutate in base alla direttiva ASTRA 12005 sui tiranti di ancoraggio, capitoli 3 - 4 e allegati II e III, che permette di valutarne l'importanza e la sicurezza nella fase 1 (valutazione provvisoria).
- Sulla base di questa valutazione qualitativa si raccomandano misure e interventi. Si ricorda che questa valutazione provvisoria è conforme alla procedura prevista dalla direttiva ASTRA 12005 e che le misure devono essere confermate nella fase 2.
- Nella fase 2 si ispeziona l'opera, distinguendo i seguenti passaggi: verifica generale; verifica dettagliata mediante analisi più approfondite e/o analisi dei rischi.
- L'analisi dei rischi comprende: valutazione del rischio, funzione della struttura portante e rilevanza di un unico tirante nonché tipo o conseguenze del cedimento della struttura portante.

Progettazione e realizzazione

- Anche la progettazione delle misure fa parte della fase 2.
- Occorre osservare la direttiva ASTRA 12005 e le schede 24 001-15400 e 15500.
- Le opere di sostegno ancorate devono essere in grado di reggere il carico aggiuntivo dovuto all'eventuale cedimento di un unico tirante di ancoraggio ed escludere il rischio di un cedimento progressivo (ridondanza).
- Il calcestruzzo applicato direttamente controterra, non potendo essere protetto con vernici o rivestimenti superficiali, deve presentare un'alta resistenza chimica, secondo la norma SIA 267/1 punto 4.2 (edizione 2011).
- Data la notevole influenza esercitata dall'acqua di versante sulla stabilità di un pendio, può essere opportuno prevedere dei fori di drenaggio, disposti in modo tale da consentire la manutenzione del sistema di drenaggio e il lavaggio e la pulizia dei fori. Occorre inoltre prestare attenzione all'azione del gelo.
- Riguardo alla sicurezza sismica vanno osservate le disposizioni della direttiva ASTRA 12005, punto 4.1 nonché le norme SIA 267 e 269/8. Per il dimensionamento sismico si può fare riferimento ai documenti ASTRA 82017 e 82019.
- La classificazione di un oggetto di inventario può essere richiesta presso il settore Pianificazione manutentiva della filiale USTRA competente.

Monitoraggio e manutenzione

- Per le opere di sostegno ancorate è fondamentale eseguire controlli periodici durante l'intera vita utile. Per ciascuna di esse è necessario un piano di monitoraggio e manutenzione, in cui definire le soglie di allerta, specificando i possibili interventi da mettere in atto (p. es. restrizioni di utilizzo).

Documentazione

- La documentazione accurata di un'opera di sostegno ancorata è molto importante per la manutenzione.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 269 Basi per la conservazione delle strutture portanti

SIA 269/1 Conservazione di strutture portanti – Azioni

SIA 269/2 Conservazione delle strutture portanti – Costruzioni in calcestruzzo

SIA 269/7 Conservazione delle strutture portanti – Geotecnica

SIA 465 *Sicherheit von Bauten und Anlagen* (Sicurezza di edifici e impianti)

SIA 469 Conservazione delle costruzioni

SIA 2029 *Merkblatt Nichtrostender Betonstahl* (Acciaio d'armatura inossidabile)

SIA 2042 *Merkblatt Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten* (Prevenzione della reazione alcali-aggregato AAR nelle opere in calcestruzzo)

SN EN 1504-1…10 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo

SN 640 383a *Stützbauwerke – Konzeption, Projektierung und Ausführung* (Opere di sostegno – Concezione, progettazione ed esecuzione)

VSS, *Stützmauern Band 1, Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion* (Muri di sostegno, volume 1, Criteri di calcolo e costruzione), pagg. 1-160, 1966.

Direttiva ASTRA 11005 *Fahrzeugrückhaltesysteme* (Sistemi di ritenuta stradale)

Direttiva ASTRA 12001 *Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Progettazione ed esecuzione dei manufatti delle strade nazionali)

Direttiva ASTRA 12002 *Überwachung und Unterhalt von Kunstbauten der Nationalstrassen* (Controllo e manutenzione dei manufatti delle strade nazionali)

Direttiva ASTRA 12008 *Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten* (Urto di veicoli su componenti dei manufatti)

Documento ASTRA 82013 *Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR), Grundlagen und Massnahmen bei neuen und bestehenden Kunstbauten* (Reazione alcali-aggregato – Fondamenti e interventi in manufatti nuovi ed esistenti)

Documento ASTRA 89001 Pericoli naturali lungo le strade nazionali: Gestione dei rischi

Documento ASTRA 89003 Gestione rischi USTRA – Guida introduttiva

Scheda 24 001-15101 Opere di sostegno – Aspetti generali

Scheda 24 001-15102 Protezione controterra di opere di sostegno

Scheda 24 001-15103 Drenaggio delle opere di sostegno

2. Aspetti generali

La presente scheda tecnica riguarda la conservazione dei muri di sostegno a mensola in calcestruzzo armato sprovvisti di tiranti di ancoraggio, in particolare la zona di congiunzione controterra tra le fondazioni e la parete verticale, dove può manifestarsi una corrosione per vaiolatura (pitting) dell'armatura controterra. La presente scheda si applica per analogia anche ai muri di sostegno a mensola con sperone.

In linea di principio si presume che muri di nuova costruzione raggiungano la durata d'utilizzazione pianificata di 100 anni qualora vengano rispettate le prescrizioni e le regole dell'arte edilizia pertinenti.

Nella presente scheda non vengono trattate le condizioni geotecniche e idrogeologiche, che tuttavia rivestono particolare rilevanza e devono essere note per qualsiasi opera di sostegno.

Problematica

Rilievi esclusivamente visivi non permettono la valutazione dell'armatura sul lato posteriore del muro e rendono pertanto difficile formulare un giudizio sulla corrosione. In alcuni progetti dell'USTRA sono stati scoperti fenomeni corrosivi estesi alla base del muro in seguito a onerose indagini in situ (Figura 1). A seconda dell'opera di sostegno, una perdita della sezione dell'armatura può causare una notevole riduzione della resistenza strutturale interna e un accorciamento della durata d'utilizzazione.

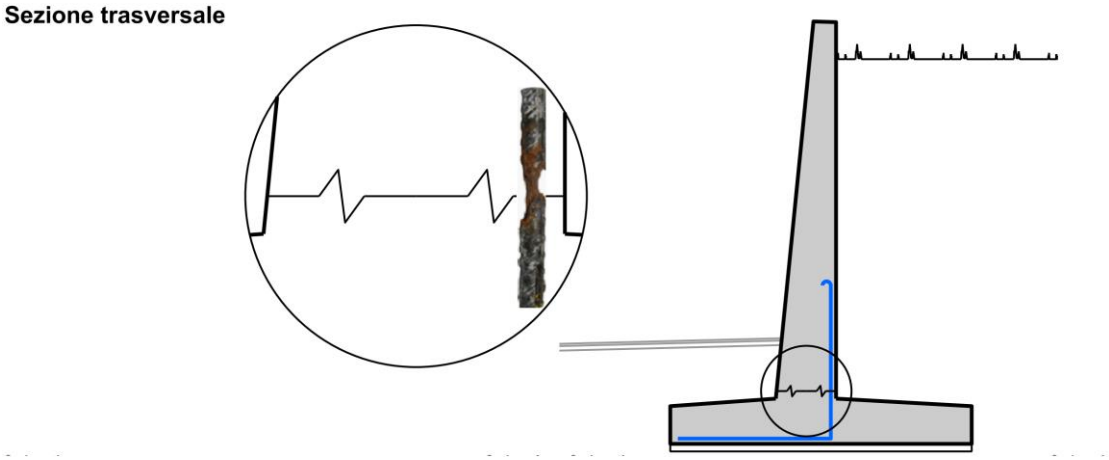


Figura 1: Corrosione per vaiolatura (pitting) dell'armatura controterra: esempio con grado di corrosione 4

In muri con nidi di ghiaia (difetto di esecuzione) sono stati rilevati fenomeni di pitting anche senza penetrazione dei cloruri o carbonatazione del calcestruzzo. Nelle aree affette da nidi di ghiaia e in presenza di calcestruzzo poroso, non è più possibile garantire la protezione alcalina dell'armatura.

3. Procedura

Documenti di riferimento specifici

Geometria dell'opera, sistema di drenaggio e materiali da costruzione, ad es. da elaborati grafici e documentazione di archivio dell'opera realizzata. Terreno di fondazione, incl. dati idrogeologici dal rapporto geotecnico. Convenzione d'utilizzazione: indicazione della durata di vita residua, descrizione dell'eventuale conversione d'uso. Base di progetto: sollecitazioni e situazioni di dimensionamento.

Analisi del pericolo

La Pianificazione della conservazione provvede a registrare e aggiornare i dati più importanti relativi ai muri di sostegno nell'applicazione tecnica KUBA-DB. Tali opere vengono suddivise nelle seguenti classi in base ai pericoli potenziali per gli utenti della strada, indipendentemente dal grado di probabilità stimata di un loro collasso.

- *Pericolo elevato:* il collasso dell'opera di sostegno ha un impatto esteso sulla strada nazionale e/o sull'infrastruttura adiacente. Oltre alla corsia d'emergenza è interessata anche la carreggiata, ad es. la corsia di marcia normale.

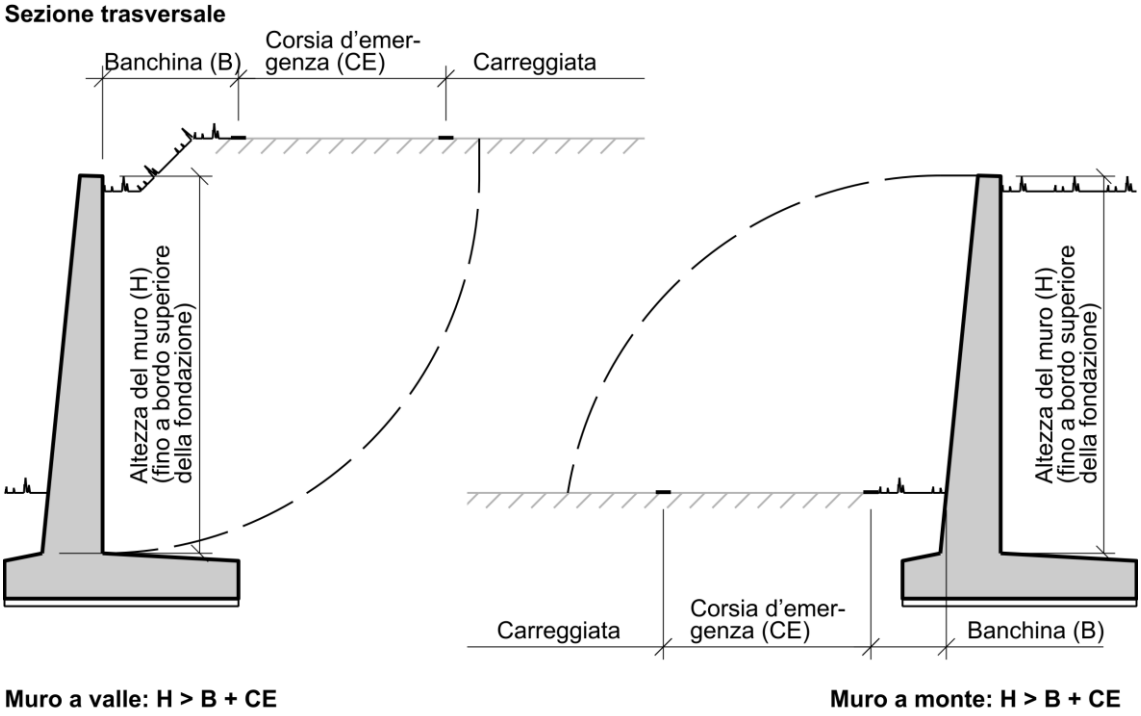


Figura 2: Collasso dell'opera di sostegno: Pericolo elevato

- *Pericolo limitato:* il collasso dell'opera di sostegno ha un impatto limitato sulla strada nazionale e/o sull'infrastruttura adiacente. È interessata solo la corsia di emergenza.

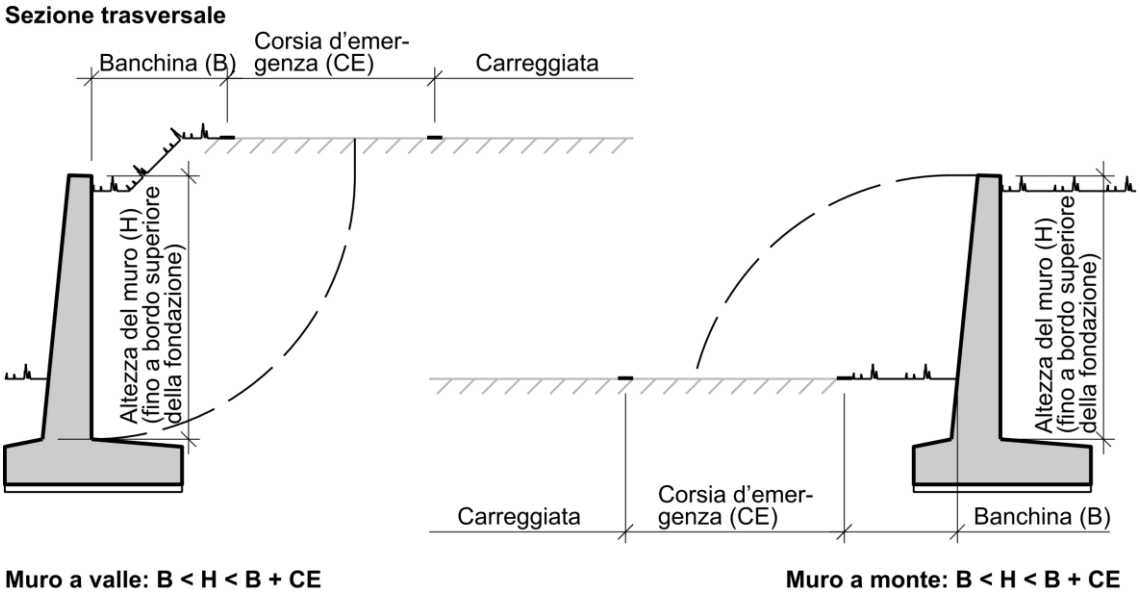


Figura 3: Collasso dell'opera di sostegno: Pericolo limitato

- *Nessun pericolo:* le opere di sostegno senza tiranti di ancoraggio sono sufficientemente lontane dalla strada nazionale, pertanto un loro eventuale collasso non ha alcun impatto sulla strada nazionale e/o sull'infrastruttura adiacente. Non viene coinvolta né la corsia di emergenza, né la carreggiata.

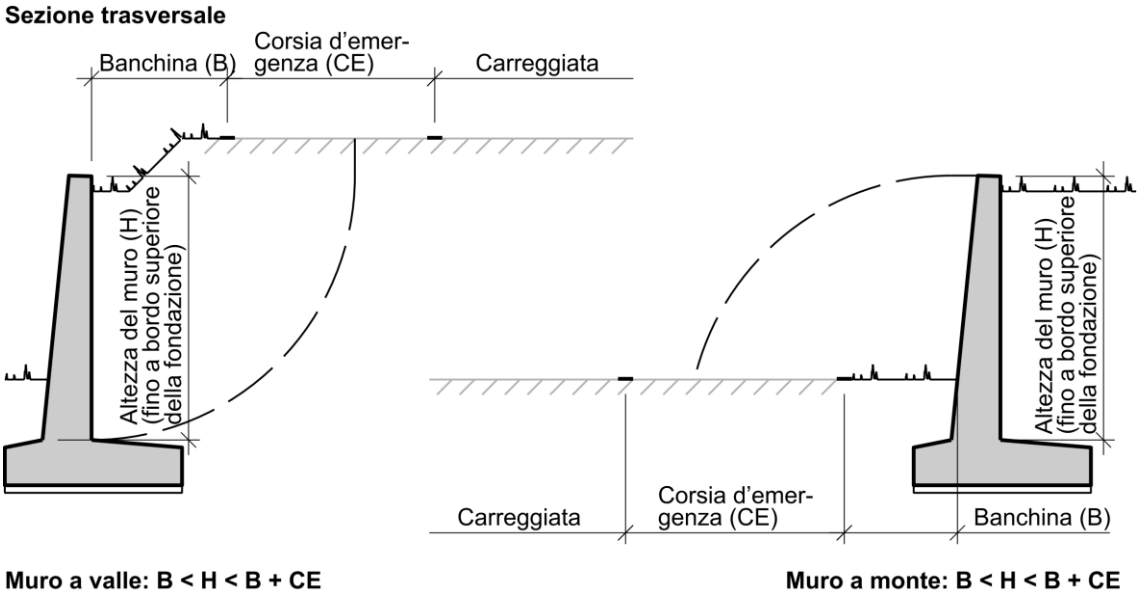


Figura 4: Collasso dell'opera di sostegno: Nessun pericolo

Eventuali pericoli per infrastrutture adiacenti di terzi vanno considerati in separata sede.

Analisi del rischio

In quest'analisi si parte dal seguente assunto:

RISCHIO = CONSEGUENZE x PROBABILITÀ DI OCCORRENZA

Le possibili conseguenze o l'entità dei danni si ricavano dagli scenari di pericolo. Un danno può essere caratterizzato fondamentalmente come segue:

- pericolo di perdita di vite umane
- danno monetizzabile (stimabile finanziariamente)

Le conseguenze possono essere evidenziate o monetizzate singolarmente per ciascuna opera di sostegno, ma anche per un tratto di strada (cfr. documenti ASTRA 89001 e 89003).

L'esperienza insegna che i cedimenti strutturali sono sempre dovuti a diversi fattori concomitanti. La probabilità di cedimento di un muro può essere influenzata, tra l'altro, dalle caratteristiche sotto elencate.

- Opera non sufficientemente robusta con una riserva di capacità portante inadeguata, condizione attribuibile spesso a un sottodimensionamento del muro (difetto progettuale). Esempi: dimensionamento eseguito solo sulla base della spinta attiva della terra senza prendere in considerazione la pressione di compattazione e la pressione idrostatica, scelta di valori caratteristici del terreno di fondazione troppo ottimistici, costruzione snella, configurazione dell'armatura non corretta, lunghezza insufficiente dell'ancoraggio dell'armatura e così via
- Sistema di drenaggio mancante o non funzionante dietro, davanti o sopra il muro
- Errori nell'esecuzione dell'armatura costruttiva
- Comportamento strutturale in direzione longitudinale: la trasmissione delle forze agli elementi portanti adiacenti non è possibile o è possibile solo in misura limitata (effetto tridimensionale), troppi giunti di dilatazione
- Inadeguata capacità di deformazione della parete (duttilità insufficiente)
- Corrosione avanzata dell'armatura staticamente rilevante, in particolare dell'armatura di trazione nel punto di congiunzione tra fondazioni e parete. I motivi alla base possono essere ricondotti alle seguenti caratteristiche:
  - cuprifero dell'armatura insufficiente o troppo limitato
  - qualità d'esecuzione insufficiente, ad es. presenza di nidi di ghiaia nel calcestruzzo
  - capacità di rotazione limitata delle fondazioni, caratteristica che determina la presenza di giunti discontinui nell'area posteriore
  - dettagli costruttivi mancanti, ad es. nessuna impermeabilizzazione dei giunti di lavoro tra fondazioni e parete
  - riempimento a tergo con materiale coesivo e sensibile all'acqua; un terreno argilloso può provocare ristagni d'acqua e favorire la corrosione
  - ambiente aggressivo per la penetrazione di acqua salata in seguito al servizio invernale

Dall'elenco sopra riportato si evince che non è possibile eseguire un'analisi del rischio senza un rilevamento dello stato e una verifica statica dell'opera, ricordando che quest'ultima non può essere sostituita, ma solo integrata dall'analisi.

Secondo il principio dell'affidabilità, il rischio individuale accettabile è pari a 10^{-5}/a (cfr. SIA 269 App. B4). Poiché per i muri di sostegno delle strade nazionali non esiste un obiettivo di protezione specifico, è possibile stabilire requisiti riferiti a singoli oggetti.

Ai fini della descrizione e della quantificazione del pericolo per gli utenti della strada è rilevante anche il volume di traffico, generalmente espresso in traffico medio giornaliero (TGM): se per esempio è scarso, minore è la probabilità che un muro collassato colpisca un utente della strada.

Su assi di importanza strategica molto trafficati va invece considerato il tratto di strada nazionale interessato. Quali conseguenze può avere la chiusura di una corsia? Quanto può durare per motivi di emergenza?

Rilevamento e valutazione dello stato

Controllo visivo: serve a determinare lo stato degli elementi costruttivi visibili. Tuttavia, per potersi pronunciare anche sullo stato di quelli non visibili, come armatura e drenaggio, sono necessarie altre indagini.

Indagini strumentali / prove di laboratorio: mediante prioritizzazione sulla base dell'analisi del pericolo, è possibile stabilire quale opera va esaminata nel dettaglio. In presenza di indizi di corrosione dell'armatura vanno eseguite anche indagini strumentali. Durante la progettazione se ne possono pianificare ed eseguire di nuove e più approfondite.

L'obiettivo è rilevare quanto segue:

- geometria del muro, ad esempio spessore dell'elemento costruttivo, lunghezza delle fondazioni (in mancanza di documentazione d'archivio)
- stato del calcestruzzo (resistenza, contenuto di cloruri, carbonatazione, reazione alcali-aggregato AAR)
- esistenza, stato e funzionalità del drenaggio
- pericolo di corrosione dell'acciaio, ad es. con misurazioni del campo di potenziale elettrico
- stato dell'armatura controterra in corrispondenza dei giunti di lavoro parete/fondazioni
- qualità del terreno di riempimento a tergo (resistenza, capacità di ritenzione idrica, corrosività)
- aggressività del calcestruzzo, ad es. contenuto di solfati nell'acqua d'infiltrazione

Per valutare lo stato dell'armatura, è necessario realizzare finestre di ispezione mediante getti d'acqua ad alta pressione (hydrojetting), generalmente dopo un precedente lavoro di scavo sul lato anteriore del muro. In alternativa è possibile realizzare pozzi di scavo sul lato posteriore. Le forature per carotaggio sono consigliate solo con riserva, poiché tagliano trasversalmente l'armatura e rendono difficile individuare i punti critici di corrosione nell'ambito dei giunti di lavoro. Le indagini del cemento armato vanno eseguite in conformità alle norme vigenti. I cosiddetti metodi di indagine non distruttivi non hanno finora fornito indicazioni sicure sullo stato dell'armatura controterra.

Il rilevamento dello stato è il presupposto per la sua valutazione.

Verifica statica / Attestazione della sicurezza strutturale

In una prima fase, eseguire la verifica statica generale, secondo le norme SIA 269 e SIA 269/1..7, utilizzando dati aggiornati, ad es. con rilevamento delle caratteristiche dei materiali

e del terreno di fondazione. Sulla base di tale verifica, dell'analisi del pericolo e della valutazione dello stato, decidere se è necessario eseguire accertamenti più dettagliati. I gradi di adempimento vanno rilevati e valutati prendendo in considerazione lo stato dell'opera, incluse le previsioni sulle condizioni degli elementi costruttivi.

Misure raccomandate

Qualora la verifica statica dettagliata e la disamina del rischio portino a concludere che la sicurezza strutturale del muro di sostegno non è sufficiente, è necessario indicare possibili correttivi e valutarne l'efficacia in un confronto di varianti, ciascuna delle quali va descritta con le sue caratteristiche principali, inclusi costi di realizzazione, di manutenzione e durata di vita e rischio residui. Le varianti vengono valutate sulla base di determinati criteri, in modo aperto e obiettivo, fino a stabilire quella di cui raccomandare l'esecuzione.

Nell'analisi possono essere valutate le seguenti opzioni (elenco non esaustivo):

- accettazione dello stato attuale (nessuna misura, variante zero)
- monitoraggio intensivo (metodo di osservazione)
- drenaggio (fognoli, fori di drenaggio)
- alleggerimento sul lato a monte mediante asportazione / scavo di terra
- intervento di riporto sul lato a valle del muro
- rinforzo longitudinale con connessione a taglio attraverso i giunti di dilatazione
- rinforzo longitudinale con realizzazione di una nuova trave di sommità del muro
- rinforzo con tiranti di ancoraggio attivi
- rinforzo con tiranti di ancoraggio passivi
- rinforzo del lato a valle con avancorpi o nervature
- sostituzione del materiale di riempimento a tergo con calcestruzzo (trasformazione in muro a gravità)
- sostituzione totale/parziale del vecchio muro con uno nuovo
- realizzazione di un nuovo muro davanti a quello esistente

Metodo osservazionale

Valutare l'applicabilità del metodo osservazionale in base al tipo di collasso e in modo specifico per il progetto. In caso di collasso dell'opera presumibilmente non controllabile, improvviso o progressivo, il metodo osservazionale dovrà essere escluso (cfr. SIA 267 sez. 2.3.4).

Se al contrario è previsto un rinforzo con nuovi tiranti di ancoraggio attivi, la misurazione delle forze di ancoraggio è di norma idonea a essere utilizzata come metodo osservazionale.

4. Indicazioni specifiche

Il sistema di drenaggio deve poter essere ispezionato e lavato. Valutare l'eventuale realizzazione di attraversamenti nel muro e fori di drenaggio.

In caso di aggiunta di un avancorpo, accertare l'opportunità di una connessione tra l'elemento costruttivo vecchio e nuovo.

Per conseguire maggiori elementi utili sono stati avviati diversi progetti di ricerca AGB per la conservazione dei muri di sostegno.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 267.001 / EN 1997-1:2004 Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali

SIA 267.002 / EN 1997-2:2007 Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

VSS 40 621 *Ingenieurbiologie – Bauweisen, Bautechniken und Ausführung* (Biologia ingegneristica – Metodi costruttivi, tecnologie costruttive ed esecuzione)

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere in terreni instabili)

VSS 40 575 *Erdarbeiten – Abbauklassen und Empfehlungen* (Lavori di sterro – Classi di scavo e raccomandazioni)

VSS 40 581 *Erdbau, Boden – Bodenschutz und Bauen* (Opere in terra, suolo – Protezione del suolo e costruzione)

VSS 40 741 *Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau – Grundnorm* (Superfici destinate al traffico con pavimentazione non legata – Norma di base)

SN 640 383a *Stützbauwerke – Konzeption, Projektierung und Ausführung* (Opere di sostegno – Concezione, progettazione ed esecuzione)

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Scheda 24 001-18400 Terrapieni e argini di protezione

Scheda 24 001-18500 Protezione antierosione e interventi di sistemazione dei corsi d'acqua

2. Aspetti generali

La costruzione di infrastrutture in zone collinari e montane spesso richiede la realizzazione di tagli di versante in terreno sciolto o roccia e di riporti (terrapieni) sotto l'opera stradale. La realizzazione dei tagli di versante e dei terrapieni, così come la rispettiva sicurezza a breve e a lungo termine dipendono dalle condizioni del terreno, dalla topografia e dalla geometria dell'opera in questione.

3. Requisiti

Terreno

Nel corso dell'indagine geognostica per i tagli di versante pianificati, è molto importante determinare le caratteristiche geotecniche degli strati intermedi cedevoli e anche della superficie della roccia. In quest'ultima deve inoltre essere determinata la struttura delle superfici di discontinuità e il rispettivo orientamento.

Stabilità

Nella valutazione della stabilità in terreni sciolti è necessario verificare se è possibile rilevare i corpi di scorrimento critici tramite cerchi di scorrimento, oppure se occorre studiare a tal fine linee di scorrimento poligonali. Nella roccia è determinante la struttura delle superfici di stratificazione e di discontinuità.

Esecuzione

Per pendii o scarpate con altezza superiore a 5 m è necessario predisporre delle berme per consentire la manutenzione. Le berme per finalità di manutenzione devono essere larghe almeno 3 m e presentare una sovrastruttura (pavimentazione) non legata secondo la norma VSS 40 741, in modo da essere transitabili con mezzi di manutenzione di piccole dimensioni. L'acqua di superficie deve essere raccolta all'orlo della scarpata e sulle berme, quindi fatta defluire in modo sicuro e dispersa nel terreno per infiltrazione fuori dalla scarpata.

Dotare i tagli di pendio acquiferi di fossi drenanti per evitare dilavamento, umidità e ristagni in seguito a formazione di ghiaccio (ad es. tipologie di drenaggio a Y).

Proteggere i terrapieni in pendio con tappeti drenanti a gradini per evitare l'infiltrazione dell'acqua di versante.

In caso di terrapieni su sottofondo cedevole possono essere richieste misure speciali, quali l'esecuzione di precarichi, l'accelerazione del consolidamento tramite drenaggi verticali, l'impiego di materiale di riporto leggero come il vetro cellulare e così via.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 267.002 (EN 1997-2) *Erkundung und Untersuchung des Baugrundes* (Indagini e prove nel sottosuolo)

SIA 267 *Register Ankersysteme* (Registro dei sistemi di ancoraggio)

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere in terreni instabili)

Scheda CRB CPN N.14 I/10: Calcestruzzo - nuove designazioni secondo la norma SN EN 206-1:2000 e la norma SIA 262:2003

Direttiva ASTRA 12005 *Boden- und Felsanker* (Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia)

Scheda 24 001-15101 Opere di sostegno – Aspetti generali

Scheda 24 001-15104 Opere di sostegno ancorate

Scheda 24 001-15200 Tagli di versante e terrapieni

Scheda 24 001-18100 Pendii in movimento e instabili

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

ASTRA *Handbuch der bestehenden Boden- und Felsanker, Erhaltungsplanung, Dokument Nr. 2791.003 PV, Version 2016* (Manuale su tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia in opere esistenti)

2. Aspetti generali

Gli tiranti di ancoraggio attivi sono spesso integrati nelle opere di sostegno, pertanto vanno osservate anche le schede 24 001 -15101 e 15104.

3. Indicazioni speciali

Aspetti generali

- Assicurare la conformità alla direttiva ASTRA 12005 sui tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia.

- Utilizzare esclusivamente tiranti di ancoraggio provvisti di un certificato di idoneità e conformità secondo la norma SIA 267/1. Per i tiranti di ancoraggio sprovvisti di tale documentazione, disporre prove d'idoneità analoghe. Un elenco di tali sistemi e i relativi documenti di base sono disponibili sul sito web della SIA (sezione *Register*, solo in tedesco).
- Per la valutazione della sicurezza di tiranti di ancoraggio esistenti valgono le prescrizioni della direttiva ASTRA 12005 e della scheda tecnica 24001-15104 Opere di sostegno ancorate.

Protezione delle testate di ancoraggio

- Nelle opere ove sia possibile monitorare eventuali deformazioni mediante apposite misurazioni, ad es. diaframmi di pali, è possibile proteggere in modo duraturo le testate annegandole nel calcestruzzo, a condizione che non si prevedano apprezzabili variazioni nelle forze di ancoraggio e sia disponibile un numero rappresentativo di ancoraggi di controllo e misura secondo la norma SIA 267.
- Le testate di ancoraggio non annegate nel calcestruzzo vanno protette da eventuali azioni meccaniche, quali la collisione di un veicolo e la caduta di sassi o alberi (nicchie o tetto di protezione), nonché da schizzi d'acqua contenente sale (lamiera di copertura).
- Nel caso di testate di ancoraggio annegate nel calcestruzzo, la calotta di protezione deve essere riempita completamente con materiale anticorrosivo.
- Nel caso di testate di ancoraggio non annegate nel calcestruzzo, le testate vanno rivestite con materiale anticorrosivo. Nel punto più basso, la calotta di protezione deve presentare un foro ϕ 6 mm di sfiato / drenaggio (per prevenire l'accumulo di acqua di condensa).
- I tiranti di ancoraggio annegati nel calcestruzzo devono essere facilmente localizzabili.
- Nel caso di rottura del tirante di ancoraggio per fenomeni di corrosione, occorre valutare, soprattutto in presenza di barre ancoranti, la necessità di rimediare con accorgimenti di messa in sicurezza della testata per evitare il rischio di espulsione dalla struttura.

Monitoraggio

- I tiranti di misura sono normalmente dotati di cavi collegati a un dispositivo di misura centrale facilmente accessibile. Le forze misurate diventano così un indicatore precoce e molto economico per il rilevamento di eventuali variazioni nel comportamento della struttura portante. Tali misure vanno quindi condotte normalmente con frequenza annuale.
- La strumentazione di misura di questa tipologia di tiranti collocati in punti esposti, ad es. su un'alta parete rocciosa, o dotati di lunghi cavi di misura deve essere protetta contro i fulmini.
- Per il monitoraggio della protezione anticorrosione, i tiranti di misura devono essere equipaggiati con un cavo aggiuntivo per la misura della resistività elettrica. Questo cavo va posato nello stesso tubo di protezione del cavo collegato allo strumento di misura delle forze, in modo da non incorrere in costi aggiuntivi significativi.

1. Riferimenti

SIA 267 Geotechnik (Geotecnica)

SIA 267/1 Geotechnik – Ergänzende Festlegungen (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 198 Lavori sotterranei – Esecuzione

VSS 70 305 Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände (Monitoraggio delle opere in terreni instabili)

SN 640 383a Stützbauwerke (Opere di sostegno)

Direttiva ASTRA 12005 Boden- und Felsanker (Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia)

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Oggetto della presente scheda tecnica sono i tiranti di ancoraggio passivi (non tensionati) in opere a cielo aperto, quali opere di sostegno e messa in sicurezza di tratti rocciosi. Secondo la norma SIA 267, si tratta sempre di ancoraggi con piena aderenza, impiegabili come semplici tiranti resistenti a forze di trazione, come elementi resistenti a forze di taglio o nelle due modalità combinate.

I tiranti di ancoraggio passivi vengono utilizzati quando presentano dei vantaggi rispetto ai tiranti di ancoraggio attivi. Per la valutazione, eseguire un confronto delle varianti secondo la direttiva ASTRA 12005.

La presente scheda non prende in esame i tiranti di ancoraggio per il consolidamento in opere sotterranee.

3. Indicazioni speciali

Ristagno d'acqua nel sottosuolo

I tiranti di ancoraggio passivi vengono spesso disposti in modo ravvicinato, con conseguente rischio di trasformare il corpo ancorato in un corpo impermeabilizzante, a causa delle iniezioni, e di provocare quindi un ristagno dell'acqua di versante tale da compromettere la stabilità del pendio. Per contrastare questo pericolo occorre prevedere dei fori di drenaggio che sfociano sul retro del corpo ancorato (corpo impermeabilizzante). Tali fori vanno dotati di tubi e devono poter essere ispezionati e lavati.

Rivestimento con calcestruzzo proiettato

Nei casi in cui è richiesto l'utilizzo di calcestruzzo proiettato (*Spritzbeton*) in fase di scavo, sussiste il rischio di un ristagno d'acqua dietro il calcestruzzo. Questo pericolo va contrastato mediante la perforazione sistematica del rivestimento in calcestruzzo proiettato e l'inserimento di uno strato di drenaggio dietro il calcestruzzo. In terreni sciolti e nella roccia marnosa si raccomanda l'utilizzo di un materassino drenante, mentre nella roccia dura è possibile impiegare anche un telo bugnato.

Protezione anticorrosione

I tiranti di ancoraggio passivi devono essere protetti contro la corrosione secondo la norma SIA 267 e la direttiva ASTRA 12005. In caso di esecuzione secondo la direttiva ASTRA 12005, verificare l'efficacia della protezione anticorrosione mediante misurazione della resistività elettrica.

Monitoraggio

I tiranti di ancoraggio passivi non possono essere sorvegliati. Il monitoraggio del sistema di ancoraggio deve quindi limitarsi alla misurazione degli spostamenti e delle deformazioni dell'opera di sostegno.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 118/262 Condizioni generali per le costruzioni in calcestruzzo

SIA 267 Geotechnik

SIA 267/1 Geotechnik – Ergänzende Festlegungen

SIA 118/267 Allgemeine Bedingungen für geotechnische Arbeiten

SN EN 1536 (SIA 267.104) Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati

SN EN 12699 (SIA 193.102) Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali eseguiti con spostamento del terreno

SN EN 14199 (SIA 267.102) Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)

Documentazione ASTRA 82013 Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR)

Scheda 22 001-14110 Calcestruzzo (materiale)

Scheda 24 001-15800 Micropali

Scheda 24 001-18200 Terremoti

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Oggetto della presente scheda sono i pali trivellati (con asportazione di terreno) e i pali eseguiti con spostamento di terreno. I micropali (pali di piccolo calibro aventi un diametro inferiore a 300 mm) sono invece trattati nella Scheda tecnica 24 001-15800 (cfr. Figura 1).

Normalmente, i pali per fondazioni o opere di sostegno devono presentare una durata di utilizzo (vita tecnica) di 100 anni. Essendo in gran parte o interamente infissi nel terreno, risulta quasi impossibile condurre verifiche posteriori alla messa in opera. Occorre pertanto attribuire la debita rilevanza alla qualità dei pali sia in fase pianificatoria che esecutiva.

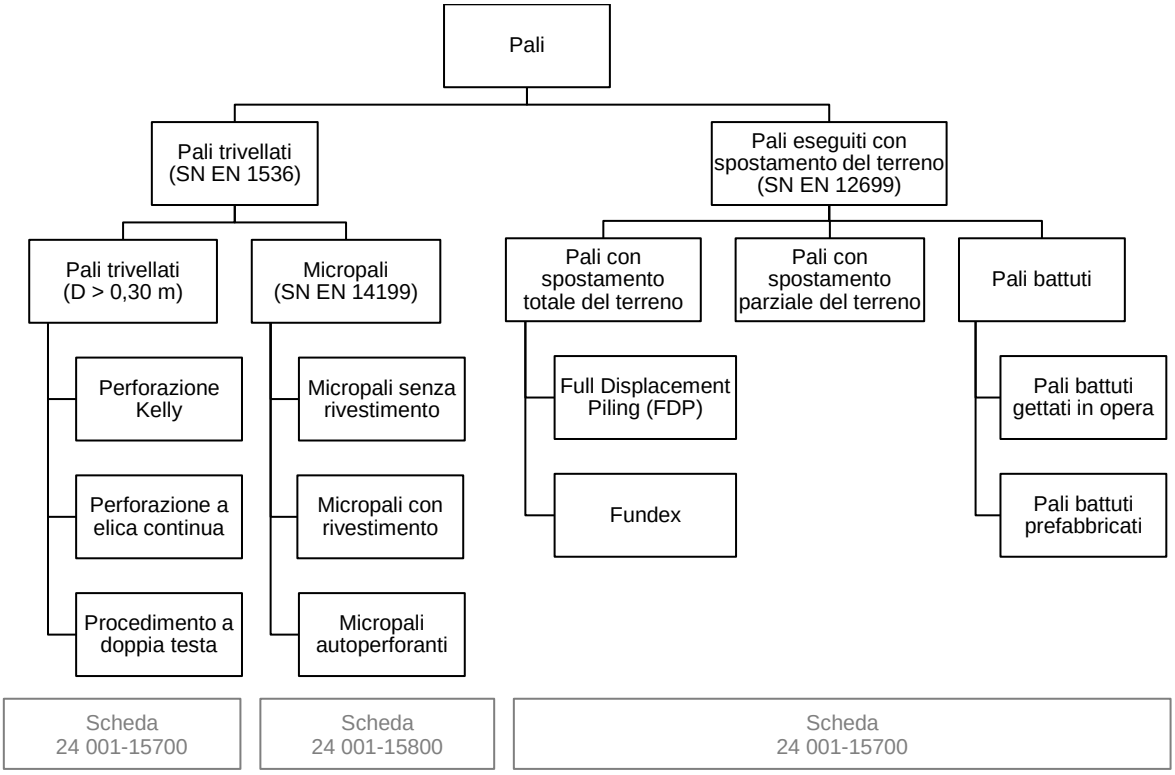


Figura 1: Riepilogo delle tipologie di pali in base al procedimento realizzativo (non esaustivo).

3. Indicazioni particolari

- **Tipologie di pali non ammesse**

Non è consentito l'uso di profili d'acciaio non protetti per fondazioni permanenti o parti di opere di sostegno.

Fatta salva l'adozione di misure apposite, i pali battuti realizzati mediante accoppiamento di elementi prefabbricati in calcestruzzo non possono fungere da pali di trazione.

Per i pali di opere permanenti non sono ammessi procedimenti realizzativi che a posteriori comportino vibrazioni o spinta della gabbia d'armatura nel calcestruzzo inserito (ad es. perforazione a elica continua, procedimento a doppia testa, Full Displacement Piling).

- **Qualità del calcestruzzo**

La qualità del calcestruzzo va stabilita in funzione della composizione chimica dell'acqua di falda e del sottosuolo. È necessario osservare le prescrizioni della Documentazione ASTRA 82013 sulla reazione alcali-aggregati (AAR). Il calcestruzzo delle paratie deve essere resistente al gelo.

Il calcestruzzo va utilizzato in conformità alla norma SIA 267/1 articolo 4.2 e alla Scheda tecnica 22 001-14110.

- **Dimensionamento dei pali di fondazione**

Per impostare il calcolo della capacità portante esterna sono di norma necessarie delle prove di carico, che possono essere dinamiche o statiche. La scelta dipende, da un lato, dal grado di conoscenza del terreno e dalla disponibilità di informazioni relative alla capacità portante dei pali su terreni comparabili, dall'altro dalla rilevanza e dall'estensione della fondazione profonda. In presenza di piccole fondazioni può ad esempio risultare meno costoso dimensionare i pali con una riserva sufficiente ed evitare l'esecuzione di prove di carico. Qualora sia richiesta l'esecuzione di prove di carico dinamiche (*high strain test*), deve sussistere una correlazione con prove di carico statiche rappresentative.

- **Controlli esecutivi**

I controlli esecutivi vanno effettuati in stretta osservanza delle norme SIA 267 e SIA 267/1.

In sede di esecuzione è necessario esaminare la messa in opera dei pali verificando quanto segue: infiltrazioni d'acqua nei fori di trivellazione, bilanciamento della pressione dell'acqua di falda, confronto tra la quantità di calcestruzzo impiegato e il volume teorico del palo.

L'integrità dei pali costruiti fuori opera può essere verificata tramite colpi di martello (*low-energy testing*; sismica a riflessione). In caso di pali gettati in opera, l'integrità è esaminabile mediante test a ultrasuoni tra i tubi annegati durante il getto del palo di fondazione (prova *cross-hole*).

1. Riferimenti

SIA 267 Geotechnik (con integrazioni del 9.11.2004)

SIA 267/1 Geotechnik – Ergänzende Festlegungen

SN EN 14199 (SIA 267.102) Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)

Richtlinie ASTRA 12001 Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen

Direttiva ASTRA 12005 Boden - und Felsanker

Scheda 24 001-15700 Pali di fondazione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Quaderno tecnico SIA 2029 Nichtrostender Betonstahl

2. Aspetti generali

Il termine **micropali** designa in generale i pali di piccolo calibro aventi un diametro inferiore a 300 mm. Esistono diverse tipologie:

- micropali con rivestimento (perforazione ad acqua o aria),
- micropali senza rivestimento (perforazione ad acqua, aria o sospensione di cemento),
- micropali autoperforanti (pali autoperforanti a iniezione con getto ad alto dosaggio di cemento e punta di perforazione a perdere).

Non essendo considerati micropali ai sensi della norma SN EN 14199, i pali eseguiti con spostamento del terreno non sono oggetto della presente scheda. I suddetti pali sono trattati nella norma SN EN 12699.

3. Indicazioni particolari

Concezione e dimensionamento dei pali

- Per motivi di robustezza (cfr. direttiva ASTRA 12001, cap. 3.4 e 5.4), le soluzioni con pali di fondazione vanno privilegiate rispetto a quelle che prevedono micropali.
- La durata di utilizzo dei micropali deve equivalere a quella dell'elemento strutturale o dell'opera.
- L'impiego di micropali richiede un'attenta verifica preliminare della capacità portante. Di regola, è necessario eseguire preventivamente il numero richiesto di prove di carico come da norma SIA 267.
- Il dimensionamento dei micropali deve essere affidato a ingegneri in possesso di adeguate conoscenze specialistiche.
- Non è consentito utilizzare micropali per la messa in sicurezza di strutture portanti in relazione allo stato limite tipo 1 (stabilità globale).

- Di norma, il contributo dell'effetto tagliante (resistenza a taglio) dei micropali non può essere preso in considerazione al fine di aumentare la stabilità del terreno nel caso di salti di quota, scarpate e pendii (stato limite tipo 3).
- In caso di ricorso a micropali con durata d'utilizzo prolungata (più di 5 anni), è necessario condurre uno studio comparativo rispetto a una soluzione con pali di fondazione. Tale studio dovrà illustrare i vantaggi nei confronti di una soluzione con pali di fondazione e gli effetti di un eventuale cedimento di uno o più micropali.
- L'uso di micropali soggetti a trazione e con durata di utilizzo prolungata va limitato a casi eccezionali. Occorre valutare gli effetti di un eventuale malfunzionamento.
- I micropali autoperforanti dei livelli di protezione 0 e 1 sono utilizzabili soltanto in sede di messa in sicurezza di opere provvisorie. Sono ammessi i sistemi riconosciuti dotati di una protezione anticorrosione di livello 2 o superiore. In caso di applicazione in materiale sciolto è necessario stabilizzare il foro di perforazione, soprattutto in presenza di inclinazioni poco pronunciate.
- Per guaine corrugate in materiale plastico (tubi di rivestimento scanalati) non può essere utilizzato il PVC.
- Per i micropali con rivestimento e portata per attrito deve sempre essere prevista la possibilità di eseguire almeno un'iniezione successiva.
- Non è consentito l'impiego di micropali in legno per durate di utilizzo superiori ai 2 anni.
- Per la fondazione o l'ancoraggio di reti paramassi e altre strutture in zone di difficile accesso, osservare le indicazioni della Scheda tecnica 24 001-18300.

Protezione anticorrosione

- Per la realizzazione dei giunti vedi norma SIA 267, articoli 9.6.1.3 e (giunzioni tra gli elementi dei pali) e 9.6.1.5 (protezione anticorrosione).
- Per garantire la protezione anticorrosione nella zona di transizione tra micropalo e opera, la testata va realizzata secondo la figura 1, schema A).
- Per garantire la protezione anticorrosione va evitato il contatto tra l'elemento portante del micropalo e l'armatura della fondazione (SIA 267, art. 9.6.6.3).
- Le classi di protezione anticorriosione 2b e 3b sono equiparate alle classi 2a e 3a, purché non vi sia presenza di correnti vaganti. Per l'impiego di acciai inossidabili delle classi di protezione 2b e 3b si applica il quaderno tecnico SIA 2029.
- In presenza di correnti vaganti non è consentito utilizzare micropali delle classi di protezione 2b e 3b.
- I micropali delle classi di protezione 2b e 3b possono anche essere realizzati come micropali autoperforanti. In tal caso, è necessario garantire una sufficiente copertura dell'elemento a trazione mediante: distanziatori, mandata continua di materiale iniettato durante la perforazione, sufficiente diametro della punta di perforazione (almeno equivalente alla somma del diametro dell'elemento a trazione / giunto e del copriferro richiesto).

Schema

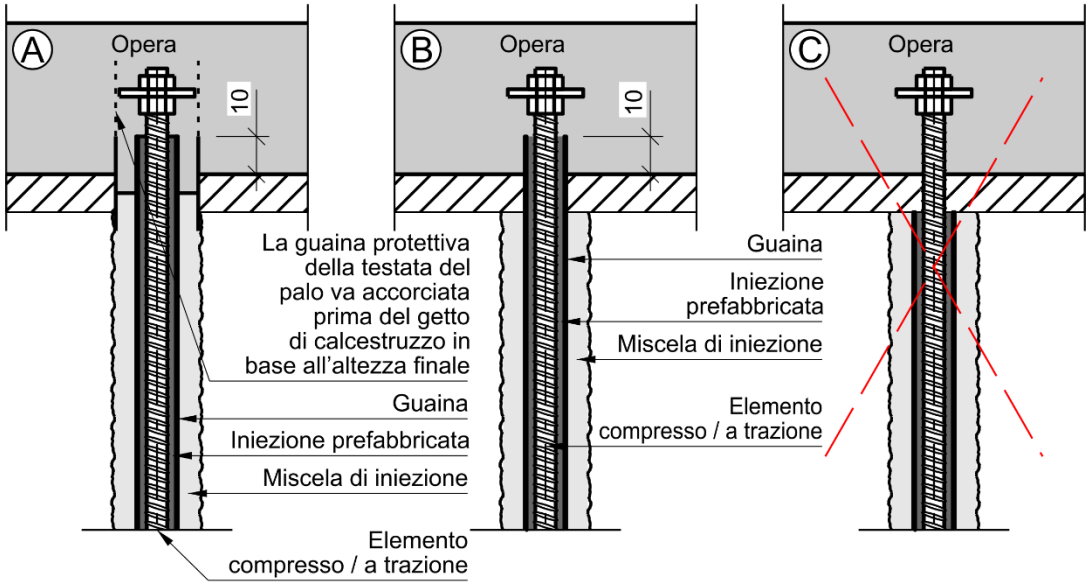


Figura 1: Protezione anticorrosione nella zona di transizione micropalo – opera
(A) Variante migliore: a) attuabile anche con perforazione senza rivestimento; b) iniettabile fin sopra il calcestruzzo magro anche in caso di pali realizzati successivamente allo scavo
(B) Pericolo di danneggiamento in fase di scavo finale e getto del calcestruzzo magro della protezione anticorrosione realizzata in fabbrica.
(C) Pericolo di corrosione non ammissibile in ottica esecutiva

Esecuzione e verifica della qualità

- Durante la procedura di posa dei pali, l'impresa incaricata deve stilare un verbale dettagliato per ciascun micropalo, in conformità alla norma SIA 118/267 Allgemeine Bedingungen für geotechnische Arbeiten.
- Prima dell'iniezione con malta cementizia occorre verificare l'integrità delle guaine in materiale plastico (classi di protezione 2a e 3a) nella parte visibile della testata.
- Prima dell'iniezione con malta cementizia occorre garantire l'isolamento elettrico dei micropali dall'armatura dell'opera portante controllando la separazione delle armature e mediante l'impiego di distanziatori costituiti da materiale non conduttivo.
- Per i micropali con classe di protezione 2a o 3a è necessario verificare l'efficacia della protezione anticorrosione mediante misurazione della resistività elettrica secondo la Direttiva ASTRA 12005.

Monitoraggio

- Per garantire la funzionalità sul lungo periodo è necessario sottoporre i micropali a monitoraggio.
- Il monitoraggio dei micropali si svolge durante il periodo di utilizzo tramite misurazioni per il controllo di abbassamenti e spostamenti, l'osservazione di cambiamenti di stato (formazione di crepe ecc.) nonché mediante la misurazione elettronica della resistenza in caso di elevato rischio corrosivo.

- La realizzazione accurata di micropali delle classi di protezione 2a o 3a non esclude del tutto i fenomeni di corrosione. In presenza di un rischio corrosivo considerevole (elevata esposizione, scarsa protezione costruttiva, correnti vaganti ecc.) e/o ripercussioni gravose a seguito del cedimento di un micropalo, può perciò rivelarsi opportuno predisporre micropali elettricamente isolati e monitorati con misurazione della resistenza (cfr. Figura 2 e Figura 3). È necessario riservare particolare attenzione alla ripartizione delle forze nella zona della testata del palo.
- Le operazioni di monitoraggio richieste devono essere definite in un apposito piano di sorveglianza.

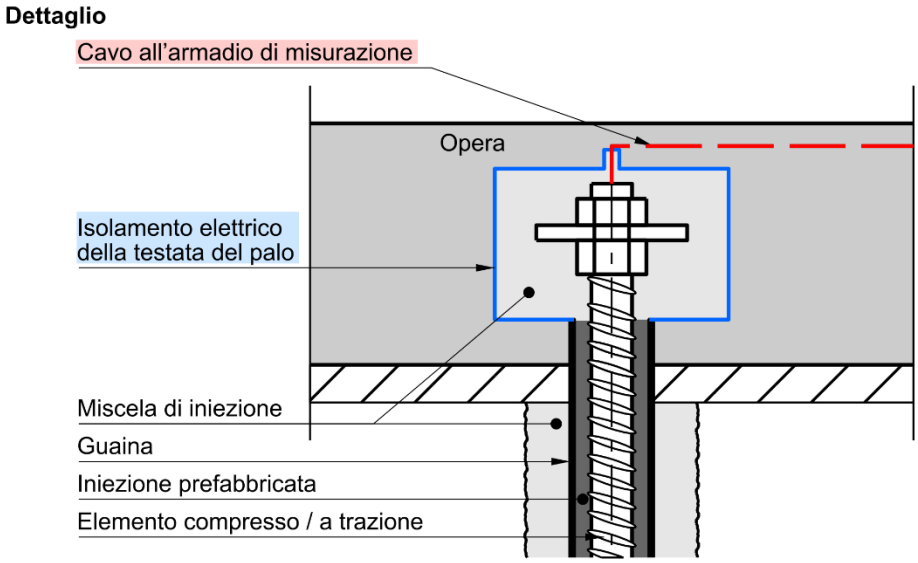


Figura 2: Micropalo monitorato mediante misurazione della resistenza e dotato di testata elettricamente isolata.

Figura 3: Esempio di rinforzo delle fondamenta con micropalo monitorabile.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

Carte indicative dei pericoli (GHK) USTRA

ETAG 027 Linee guida per il Benestare Tecnico Europeo di Sistemi di Protezioni Paramassi

BAFU Basi per la valutazione qualitativa delle reti paramassi e delle relative fondazioni, Guida pratica, 2018

BAFU *Typenliste Ankermörtel, 2018* (Elenco tipologico delle malte di ancoraggio, 2018)

WSL *Praxishilfe Murgang- und Hangmurenschutznetze* (Aiuto pratico reti di protezione contro colate detritiche)

Direttiva ASTRA 12005 *Boden- und Felsanker* (Ancoraggi al suolo e alla roccia)

Direttiva ASTRA 12006 *Einwirkungen infolge Steinschlags auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a frane su gallerie di protezione)

Direttiva ASTRA 12007 *Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a valanghe su gallerie di protezione)

Direttiva ASTRA 19003 Gestione dei pericoli naturali sulle strade nazionali

Documento ASTRA 89001 Pericoli naturali lungo le strade nazionali: Gestione dei rischi, Metodologia basata sui rischi per la valutazione, la prevenzione e la gestione dei pericoli naturali gravitativi lungo le strade nazionali

Documentazione degli eventi naturali – Segnali alpini 4, www.alpconv.org

Scheda 24 001-15400 Tiranti di ancoraggio attivi

Scheda 24 001-15500 Tiranti di ancoraggio passivi

Scheda 24 001-18100 Pendii in movimento e instabili

Scheda 24 001-18200 Terremoti

Scheda 24 001-18300 Reti paramassi

Scheda 24 001-18400 Terrapieni e argini di protezione

Scheda 24 001-18500 Protezione antiscalzamento e interventi di sistemazione dei corsi d'acqua

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

La Svizzera è spesso interessata da eventi naturali, quali piene, tempeste, frane di scivolamento, colate detritiche, alluvionamenti torrentizi e valanghe, nonché cadute di sassi o massi, crolli di roccia o crolli di intere pareti rocciose (frane di crollo). Come insegna la storia, in Svizzera i terremoti di forte intensità sono alquanto rari, ma possono comunque accadere e rappresentano pertanto un rischio non trascurabile. Non esiste una protezione in termini assoluti nei confronti degli eventi di natura estrema.

Tratti di strade nazionali sono esposti ai pericoli naturali gravitazionali, cadute massi/crolli di pareti rocciose, valanghe e allagamenti. La presente scheda, che costituisce parte integrante della serie di schede tecniche 24 001-18xxx, riporta i possibili pericoli naturali da considerare lungo le strade nazionali, nonché i relativi fenomeni.

3. Terminologia / Breve descrizione dei fenomeni di pericolo naturale

Fenomeno principale	**Fenomeni di pericolo**
Crollo	Caduta sassi / caduta massi Crollo di roccia / crollo di parete rocciosa Caduta di blocchi di ghiaccio
Piena / colata detritica	Inondazione (allagamento) Erosione delle sponde / scalzamento / sottoerosione Flusso detritico, deposito di colata detritica / alluvionamento torrentizio
Valanga	Valanga radente Valanga nubiforme Slittamento di neve
Scivolamento	Scivolamento permanente e colata di roccia (*sackung*) Scivolamento spontaneo Colata detritica di versante / scoscendimento
Subsidenza / sprofondamento	Subsidenza del terreno / sprofondamento

Si riporta nel seguito una breve descrizione dei fenomeni di pericolo naturale di interesse per le strade nazionali.

Crollo

La **caduta di sassi o massi** è caratterizzata da crolli improvvisi di elementi isolati (volume complessivo < 100 m^3). Il fenomeno di caduta sassi presenta un campo di azione geograficamente ben delimitato ed è caratterizzato da potenziali distruttivi molti diversi a seconda della grandezza dei sassi, della lunghezza del versante, della pendenza e delle energie di caduta risultanti.

Nel **crollo di roccia** si verifica il distacco "en bloc" di un blocco più grande di roccia da un massiccio montagnoso (volume complessivo pari a 100 m^3 o superiore). Durante il crollo o nell'impatto la massa rocciosa si frantuma in blocchi e pietre. In questo fenomeno di crollo le interazioni tra tali elementi non influiscono in modo determinante sul processo, al contrario di quanto avviene nel crollo di parete rocciosa.

Per **crollo di parete rocciosa** si intende il distaccamento da massicci rocciosi di grossi volumi di pietre e sassi fino a diversi milioni di m^3. In questo fenomeno di crollo si riscontrano elevate velocità e forti interazioni tra gli elementi.

La **caduta di blocchi di ghiaccio** si verifica nel semestre invernale soprattutto nelle pareti rocciose con corsi d'acqua.

Piena

Il concorrere di diversi fattori, tra cui le caratteristiche geomorfologiche del territorio, il livello di saturazione d'acqua del suolo, la vegetazione, il carico dei flussi di detrito mobilizzati, la distribuzione della neve, nonché gli interventi di natura tecnica sui bacini idrografici (ad es. argini, bacini di ritenzione, ecc.), determina la predisposizione alla piena in un bacino idrografico. Eventi quali precipitazioni estreme frequenti o prolungate possono provocare a lungo andare una piena. Lo stesso dicasi per scioglimenti di neve particolarmente intensi, che possono anch'essi contribuire al verificarsi di una piena. Le piene hanno effetti diversi a seconda del sistema idrico in cui si verificano.

Un'**inondazione**, denominata anche allagamento, è una temporanea invasione d'acqua in un terreno. I solidi trasportati con l'acqua possono depositarsi sulla superficie allagata (deposito di colata detritica).

I torrenti di montagna sono caratterizzati da frequenti spostamenti e depositi di materiale solido. Si tratta in questo caso per lo più di flussi detritici, fenomeni di erosione delle sponde e depositi detritici. Al contrario, nei corsi d'acqua che scorrono nel fondovalle, prevalgono le inondazioni, ma si possono verificare anche erosioni delle sponde e del fondo, che a loro volta producono scalzamenti. Inoltre possono verificarsi anche fenomeni di abbassamento e interramento del fondo alveo in seguito al deposito di materiali.

L'**erosione delle sponde** è l'erosione di substrato roccioso e materiale sciolto ad opera della forza di trascinamento dell'acqua.

Per **scalzamento** si intende una forte erosione locale del fondo causata da un flusso d'acqua ad alta energia che scorre in direzione orizzontale con elevata turbolenza. **Sottoerosioni** e dilavamenti possono determinare instabilità nelle opere di protezione delle sponde, nei piloni di sostegno e nelle fondazioni poste in corsi d'acqua.

Colata detritica

Una **colata detritica** (chiamata anche colata di fango) è una massa densa, spesso con velocità di scorrimento elevata, composta da acqua e materiale solido (sabbia, ghiaia, sassi, blocchi, legno) con un alto contenuto di parte solida compreso tra circa 30 e 60%. Questo fenomeno si verifica nelle zone di alta montagna e nelle Prealpi dove il sottosuolo geologicamente predisposto a erosione, come i *flysch* (sedimenti torbiditici) o il calcescisto terrigeno, produce materiale sciolto. Inoltre il fenomeno della colata detritica necessita di acqua e di una pendenza sufficiente (minimo 25 - 30%). In molti bacini torrentizi si ritrovano tutte le predette condizioni.

I **flussi detritici** sono depositi di materiale detritico al di fuori del corso d'acqua. Spesso contengono componenti grossolani. Per estensione sono considerati flussi detritici anche altri depositi di detriti torrentizi di origine fluviale.

Per **deposito di colata detritica** si intende il deposito di detriti torrentizi e di materiale di colata detritica.

Valanga

La **caduta di una valanga** è un fenomeno nel quale una massa di neve o di ghiaccio si stacca e precipita, scivolando o turbinando, in modo rapido lungo un pendio fino ad arrestarsi in una zona di accumulo.

Le **valanghe** possono presentarsi sotto forma di massa di neve che slitta o rotola (**valanghe radenti**) o anche sotto forma di nube di neve/ghiaccio che si sviluppa mescolandosi all'aria in un movimento turbinoso (**valanghe nubiformi**). Le valanghe radenti di neve asciutta raggiungono velocità fino a 140 km/h, le valanghe nubiformi fino a 300 km/h. A causa della loro velocità elevata (valanga nubiforme) o dell'enorme massa in movimento (valanga di neve umida o bagnata) le valanghe sviluppano forze di intensità altrettanto elevata.

Scivolamento

Gli **scivolamenti** sono movimenti verso valle di materiale roccioso o sciolto su una o più superfici di scorrimento e possono verificarsi su versanti da moderatamente ripidi a molto ripidi, con pendenze che variano da 10° a 40°. Questo fenomeno può presentare caratteristiche molto diverse in termini di volume, profondità e forma della superficie di scorrimento. Il movimento dipende dalla struttura del sottosuolo, dalla composizione del materiale coinvolto e dal contenuto di acqua.

Le **colate di roccia** (chiamate anche *sackung*, *rock flow* o insaccamenti) sono movimenti gravitativi nella roccia lungo superfici di scorrimento con una componente di movimento verticale accentuata. Si tratta di fenomeni relativamente lenti (cm/anno).

Le **colate detritiche di versante** si verificano con maggiore frequenza sui versanti ripidi con formazioni quaternarie con una permeabilità piuttosto ridotta (morene e versanti argillosi). Inoltre le fuoriuscite di acqua sorgiva e le intense precipitazioni favoriscono la formazione di colate detritiche di versante. La miscela di materiale delle colate detritiche di versante che scorre sulla superficie del pendio ha un volume limitato. Tuttavia, a causa dell'ingente quantità d'acqua presente, la velocità di scorrimento è elevata e può raggiungere fino a oltre 30 km/ora. Per questa ragione le colate detritiche di versante possono avere effetti disastrosi. Quando una colata detritica di versante si riversa in un corso d'acqua, si può sviluppare un processo di colata di fango detritica.

Subsidenza del terreno / sprofondamento

Subsidenze o **sprofondamenti** dovuti a vuoti sotterranei sono correlati al dilavamento di un sottosuolo costituito di materiali solubili (calcare, gesso). Si può osservare in questi casi la presenza di cavità carsiche riconoscibili in superficie sotto forma di doline (cavità simili a un imbuto). Le rocce calcaree carsiche delle Alpi e del massiccio del Giura sono le zone più interessate dal fenomeno.

La prevenzione più efficace contro i pericoli naturali ha luogo innanzi tutto attraverso un impiego adeguato del territorio, cercando di evitare i pericoli. Laddove ciò non sia possibile, si

interviene con misure di contenimento costruttive od organizzative, per arginare il pericolo o limitare i danni. A questo scopo rivestono particolare importanza gli interventi per ridurre la vulnerabilità delle infrastrutture, delle costruzioni e degli impianti (protezione degli oggetti). Al fine di garantire una protezione nel lungo periodo è fondamentale un'adeguata manutenzione dei corsi d'acqua e delle opere costruttive di protezione.

Carte indicative dei pericoli

Le Carte indicative dei pericoli (GHK) segnalano i pericoli naturali gravitazionali, quali piene, colate detritiche, franamenti/scivolamenti, caduta di sassi/caduta di blocchi, crollo di roccia e valanghe. Le Carte indicative dei pericoli forniscono una panoramica generale delle potenziali situazioni di pericolo e consentono di individuare aree di conflitto negli impieghi di zone che presentano pericoli.

L'USTRA dispone di Carte indicative dei pericoli per l'intera rete stradale nazionale, in scala 1:25'000, con indicazioni sui possibili pericoli, tuttavia non possiede informazioni in merito all'intensità e alle probabilità di accadimento dei processi di pericoli naturali gravitazionali. Le Carte indicative dei pericoli di interesse per le strade nazionali sono disponibili presso il settore della Pianificazione della manutenzione dell'USTRA e sono archiviate anche nell'applicazione Fabasoft (582-20 Pericoli naturali, 07 Progetti parziali, TP1 / Carte indicative dei pericoli / versione definitiva).

Metodologia USTRA per la gestione dei pericoli naturali

Secondo quanto descritto nella Documentazione ASTRA 89001 sul Piano per la gestione dei rischi legati ai pericoli naturali lungo le strade nazionali, i rischi devono essere individuati e valutati nel modo più preciso ed esauriente possibile nell'ambito di un'analisi dei rischi, affinché possano essere definite misure di protezione preventive, misure da attuare nel caso in cui si verifichi l'evento e gli interventi di ripristino in caso di danni.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 261/1 *Einwirkungen auf Tragwerker – Egänzende Festlegungen* (Azioni sulle strutture portanti – Specifiche complementari)

SIA 262 Costruzioni di calcestruzzo

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 267.002 (EN 1997-2) *Erkundung und Untersuchung des Baugrundes* (Indagini e prove nel sottosuolo)

VSS 40 581 *Erdbau, Boden – Bodenschutz und Bauen* (Opere in terra, suolo – Protezione del suolo e costruzione)

VSS 40 621 *Ingenieurbiologie* (Biologia ingegneristica)

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere in terreni instabili)

SN 640 383a *Stützbauwerke* (Opere di sostegno)

prEN 22282-1 Indagini e prove geotecniche: Regole generali

prEN 22282-2 Prove di permeabilità all'acqua eseguite in un foro di sondaggio a circuito aperto

prEN 22282-3:2007 Prove di pressione idraulica nelle rocce

Scheda 24 001-15200 Tagli di versante e terrapieni

Scheda 24 001-18010 Pericoli naturali – Aspetti generali

Scheda 24 001-18200 Terremoti

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Nel corso dell'esercizio di tratti di strada nazionale soggetti a sollecitazioni continuative e ad un'intensa attività di manutenzione possono insorgere fenomeni di scivolamento con conseguente instabilità dei pendii. I pendii in movimento e instabili possono spesso apparire inizialmente stabili e divenire instabili a causa di tagli di versante.

Esistono fondamentalmente tre diverse strategie per la corretta realizzazione di opere in pendii in movimento e instabili:

Strategia 1: consentire gli spostamenti del versante

Strategia 2: frenare gli spostamenti del versante entro una misura tollerabile

Strategia 3: arrestare o ostacolare gli spostamenti del versante.

In determinate situazioni geologiche, tuttavia, spesso è possibile attuare con successo solo una di queste strategie. Per scegliere la giusta strategia è necessario innanzi tutto determinare le principali caratteristiche di uno scivolamento attivo o potenziale, vale a dire:

- causa dello scivolamento
- profondità della superficie di scorrimento
- estensione e volume del corpo soggetto a movimento gravitativo
- velocità massima e media dello spostamento

3. Osservazioni, prove e misure

Le osservazioni ad opera dei proprietari dei terreni e delle squadre di manutenzione possono fornire delle informazioni essenziali per la comprensione di un pendio instabile e in movimento. Per esempio, è opportuno accertare eventuali variazioni dovute alle condizioni atmosferiche o stagionali degli spostamenti e le venute d'acqua da sorgenti e fossi di drenaggio.

Poiché le condizioni idrogeologiche assumono spesso un ruolo determinante, le indagini dovranno essere mirate al loro accertamento:

- cartografia geotecnica
- sondaggi geotecnici con prove in situ
- rilevamento dei sistemi di drenaggio e delle fonti idriche presenti.

Oltre alle misure rilevanti degli spostamenti (misure geodetiche e inclinometriche) possono essere eseguite anche misure piezometriche e della pressione interstiziale, nonché indagini pluviometriche.

4. Misure

Per implementare la strategia scelta, le principali misure normalmente a disposizione sono (per le strategie 2 e 3, se attuabili):

- drenaggi (drenaggi profondi, drenaggi superficiali)
- piantumazioni
- rinfianchi, misure di sostegno con berme
- ancoraggi
- chiodature
- pozzi di fondazione per ponti

Il successo delle misure intraprese deve essere monitorato a lungo termine.

1. Riferimenti

SIA 197 *Projektierung Tunnel – Grundlagen* (Progettazione di gallerie - Principi di base)

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

Scheda tecnica SIA 2018 *Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben* (Controllo sismico di edifici esistenti)

UFE (UFAEG) *Sicherheit der Stauanlagen, Basisdokument zu dem Nachweis der Erdbebensicherheit*, (Sicurezza delle dighe, documento di base per la verifica della sicurezza sismica) Versione 1.2 (marzo 2003)

Direttiva ASTRA 12005 *Boden- und Felsanker* (Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia)

Documento ASTRA 82003 *Überprüfung der Erdbebensicherheit bestehender Strassenbrücken: 2. Stufe* (Verifica della sicurezza sismica di ponti stradali esistenti: 2ª fase)

Documento ASTRA 82017 Sicurezza sismica di opere in terra e di sostegno – Dimensionamento e verifica (in tedesco)

Documento ASTRA 82018 Sicurezza sismica di opere in terra e di sostegno – Studi di casi (in tedesco)

Scheda 24 001-15200 Tagli di versante e terrapieni

Scheda 24 001-18010 Pericoli naturali – Aspetti generali

Scheda 24 001-18100 Pendii in movimento e instabili

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Le carte di rischio sismico per zone permettono di rappresentare graficamente il rischio di terremoti. Queste carte si basano su un determinato periodo di ritorno considerato come riferimento per la valutazione del rischio sismico (SIA 261;2003; 475 anni)

Nella maggior parte dei terremoti di intensità da media a forte si verificano scivolamenti e rotture del terreno che causano una parte significativa dei danni complessivi dovuti a fenomeni sismici.

Il comportamento sismico delle gallerie di norma si presenta in sintesi come segue:

- le strutture portanti sotterranee subiscono meno danni rispetto a quelle in superficie
- le gallerie poste a una maggiore profondità sono più sicure rispetto a quelle poco profonde con copertura ridotta
- le gallerie realizzate su terreno sciolto subiscono danni maggiori rispetto alle strutture portanti costruite su roccia
- la maggior parte delle gallerie subisce danni solo in caso di terremoti di elevata magnitudo (M > 7).

3. Requisiti

Per tagli di versante e terrapieni è necessario verificare la stabilità sotto l'azione di fenomeni sismici. Sono ammesse procedure di verifica basate sulle deformazioni.

Per le opere di sostegno è necessario verificare la capacità portante e la stabilità sotto l'azione di fenomeni sismici. Per le opere di sostegno ancorate la direttiva ASTRA 12005 sui tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia offre utili indicazioni.

Nelle eventuali misure volte al contenimento dei pericoli sismici in caso di pendii naturali va sempre presa in considerazione la proporzionalità delle stesse.

Nelle gallerie a cielo aperto e nelle zone dei portali su materiale sciolto è necessario verificare la portanza sotto l'azione di fenomeni sismici.

Riferimenti bibliografici

[1] Studer J.A. et al. (2008): *Bodendynamik*, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg, 3. Auflage.

[2] Newmark, N.M., *Effects of earthquakes on dams and embankments*, Geotechnique, v. 15 (1965), p. 139-159.

[3] Newmark, N.M. and Hall, W.J., *Earthquake Spectra and Design*, Earthquake Engineering Research Institute, Berkeley, Calif., 1982.

[4] Dowding, C. H. and Rozen, A., *Damage to Rock Tunnels from Earthquake Shaking*, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 104, No. GT2, February 1978.

[5] Federal Highway Administration (FHWA), *Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnel - Civil Elements*, Publication No. FHWA-NHI-09-010, Washington, D.C., March 2009.

[6] Hashash Y.M.A. et al., *Seismic design and analysis of underground structures*, Pergamon Elsevier Science Ltd. - Tunneling and Underground Space Technology, v. 16 (2001), p. 247-293.

1. Riferimenti

SIA 260 Basi per la progettazione di strutture portanti

SIA 261 Azioni sulle strutture portanti

ETAG 027 Linee guida per il Benestare Tecnico Europeo di Sistemi di Protezioni Paramassi

UFAM Basi per la valutazione qualitativa delle reti paramassi e delle relative fondazioni, Guida pratica, 2018

UFAM *Typenliste Ankermörtel, 2018* (Elenco tipologico delle malte di ancoraggio, 2018)

UFAM *Merkblatt zur Anwendung der erweiterten Zugprobe im Lawinen- und Steinschlagverbau,* 2014 (Scheda sull'applicazione della prova di trazione estesa nelle strutture di protezione contro valanghe e caduta massi, 2014)

Opuscolo sull'applicazione della prova di trazione estesa nelle strutture di protezione contro le valanghe e la caduta massi

Carte indicative dei pericoli (GHK) USTRA

Direttiva ASTRA 12005 *Boden- und Felsanker* (Tiranti di ancoraggio al terreno e alla roccia)

Direttiva ASTRA 12006 *Einwirkungen infolge Steinschlags auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a frane su gallerie di protezione)

Direttiva ASTRA 19003 Gestione dei pericoli naturali sulle strade nazionali

Documento ASTRA 89001 Pericoli naturali lungo le strade nazionali: Gestione dei rischi, Metodologia basata sui rischi per la valutazione, la prevenzione e la gestione dei pericoli naturali gravitativi lungo le strade nazionali

Documento ASTRA 89004 Gestione dei pericoli naturali sulle strade nazionali: Esempio di applicazione

Scheda 24 001-15400 Tiranti di ancoraggio attivi

Scheda 24 001-15500 Tiranti di ancoraggio passivi

Scheda 24 001-18010 Pericoli naturali – Aspetti generali

Scheda 24 001-18400 Terrapieni e argini di protezione

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

SUVA Lavori in sospensione a corde portanti

SUVA Lavori in zone soggette a pericoli naturali

Documenti non più validi:

Direttiva UFAM per l'omologazione delle reti paramassi (2001 e integrazioni 2006)

2. Aspetti generali

Alcuni tratti delle strade nazionali sono esposti al rischio di caduta sassi e massi. Il fenomeno della caduta di sassi e massi è caratterizzato da un improvviso crollo di singoli elementi fino a un volume complessivo di 100 m^3.

Le **reti paramassi** servono a impedire, trattenere o contenere la caduta, il rimbalzo o il rotolamento di singoli sassi (Ø < 0,5 m) o massi (Ø > 0.5 m) da scarpate o versanti rocciosi. Le reti paramassi sono efficaci principalmente contro la caduta di sassi e massi, ma possono

anche essere utilizzate per il contenimento di colate detritiche, colate detritiche di versante e valanghe.

Il processo di caduta sassi presenta un campo di azione geograficamente ben delimitato. Nel crollo la massa di pietre può raggiungere velocità elevate fino a oltre 100 km/ora. La caduta di sassi e massi si verifica improvvisamente senza segnali premonitori che consentano di programmare un'evacuazione.

La presente scheda fa riferimento solo alle misure di protezione attive con reti paramassi testate con un'energia di prova fino a 5000 kJ (classe d'energia 9) e concepite specificatamente per il contenimento di fenomeni di caduta sassi/massi.

3. Indicazioni specifiche

Metodologia USTRA per la gestione dei pericoli naturali

Secondo quanto descritto nella Documentazione ASTRA 89001 sul Piano per la gestione dei rischi legati ai pericoli naturali lungo le strade nazionali, i rischi devono essere individuati e valutati nel modo più preciso ed esauriente possibile, affinché possano essere definite misure di protezione preventive, misure da attuare nel caso in cui si verifichi l'evento e misure di ripristino in caso di danni.

Schema delle possibili misure

La pianificazione delle misure di protezione deve aver luogo ponderando e confrontando quanto esposto ai successivi punti da 1 a 3.

1. Misure di **pianificazione del territorio** (protezione attiva dalla caduta sassi)
- Si deve evitare la costruzione di infrastrutture di importanza vitale nelle zone di pericolo identificate sulla base delle Carte indicative dei pericoli, prendendo in considerazione tale esigenza nella pianificazione del territorio.

2. Misure **strutturali** (protezione attiva dalla caduta sassi)
- Brillamento controllato di parti instabili della roccia
- Chiodatura/ancoraggio per la messa in sicurezza di parti di roccia danneggiata
- Impiego di micropali per la fondazione e l'ancoraggio dei sistemi di fissaggio delle reti paramassi, se possibile e se richiesto; il fornitore del sistema o dei micropali sarà responsabile della stabilità dell'intero sistema
- Impiego di calcestruzzo proiettato per impedire o rallentare la disgregazione della roccia da agenti atmosferici
- Protezione con reti paramassi delle strade a rischio diretto di caduta sassi, blocchi e massi
- Misure per frenare attraverso un fitto bosco di protezione il rotolamento dalle alte quote di sassi e blocchi di roccia che comportano un pericolo indiretto per le strade, e/o per contenerne o deviarne la caduta attraverso un terrapieno di protezione.

3. Misure **organizzative**
- La caduta di sassi avviene spesso in modo così spontaneo e improvviso da rendere impossibile la pianificazione di interventi d'emergenza. Nei casi in cui invece viene preannunciata una maggiore attività di caduta sassi, blocchi e massi, è necessario prevedere interventi d'emergenza, quali un monitoraggio regolare, lo sbarramento di strade, ecc.

Pianificazione di misure di protezione da caduta sassi, blocchi e massi

- Predisporre l'elaborazione di un **piano per la gestione dei rischi** con un'analisi dei rischi secondo la metodologia indicata nel Documento ASTRA 89001 da parte di un geologo (pericoli naturali) e/o di un ingegnere geotecnico sulla base della cronologia degli eventi storici. Per spazi d'azione più ampi va comunque elaborato un modello digitale del terreno.
- La posizione, l'altezza e la capacità di assorbimento d'energia richiesta delle reti paramassi devono essere adeguatamente dimensionate sulla base di calcoli delle traiettorie dei possibili processi di caduta da cui si deve garantire protezione. Si devono pertanto prendere in considerazione le proprietà del terreno e anche gli aspetti meteorologici (pioggia, gelo, neve, ghiaccio ecc.).
- A partire dal 31.01.2018 la Direttiva UFAM per l'omologazione delle reti paramassi (2001 e integrazioni 2006) non è più in vigore.
- Per il dimensionamento e l'assicurazione della qualità si applica la guida pratica UFAM Basi per la valutazione qualitativa delle reti paramassi e delle relative fondazioni.
- La valutazione tecnica e l'omologazione di reti paramassi vanno eseguite da un organismo accreditato in ottemperanza alle linee guida ETAG 027.
- Per le reti paramassi utilizzare sistemi secondo le liste UFAM o sistemi equivalenti.
- Per le malte di ancoraggio utilizzare prodotti secondo le liste UFAM o prodotti equivalenti.

Manutenzione dei sistemi di protezione

- Per ogni sistema di protezione occorre elaborare un **piano di manutenzione**, specificando nel dettaglio le relative responsabilità, le condizioni specifiche dell'oggetto e le attività di manutenzione.
- Per agevolare gli interventi di manutenzione deve essere prevista, ove possibile, una facile **accessibilità** per le ispezioni, riparazioni e lo svuotamento dello spazio di contenimento, che deve essere comunque garantita in ogni stagione (vedere Figura 1).
- Il dimensionamento di un adeguato **accesso per la manutenzione** (ad es. via carrabile, teleferica per il materiale, ecc.) deve tenere in debito conto il rapporto costo/benefici.
- Per **disgaggio** si intende la rimozione di sassi, blocchi e massi a rischio di caduta. Di regola gli effetti di questa misura sono limitati nel tempo, in quanto non arresta il processo di disgregazione della roccia ad opera degli agenti atmosferici. Il disgaggio richiede un approccio prudente e delicato. Spesso tale requisito può essere soddisfatto solo intervenendo con un distacco a mano. Durante i lavori di disgaggio periodici si devono predisporre misure di protezione temporanee nella zona della caduta sassi interessata.
- **Sicurezza sul lavoro**: per i lavori di disgaggio si devono osservare le indicazioni delle schede tematiche della SUVA "Lavori in sospensione a corde portanti" e "Lavori in zone soggette a pericoli naturali".
- La carreggiata deve essere protetta con una rete sospesa a maglia fine prima di procedere con il distacco dei **frammenti di roccia**.

Esempio di una misura di protezione con rete paramassi

Figura 1: Rete paramassi lungo la tratta del Brünig con via di accesso per la manutenzione

1. Riferimenti

SIA 267 *Geotechnik* (Geotecnica)

SIA 267/1 *Geotechnik – Ergänzende Festlegungen* (Geotecnica – Specifiche complementari)

SIA 267.001 / EN 1997-1:2004 Eurocodice 7: geotecnica – Parte 1: Regole generali

SIA 267.002 / EN 1997-2:2007 Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

VSS 70 305 *Überwachung von Bauwerken in nicht stabilem Gelände* (Monitoraggio delle opere di costruzione in zone non stabili)

Documento ASTRA 89001 Pericoli naturali lungo le strade nazionali: Gestione dei rischi

Direttiva ASTRA 12006 *Einwirkungen infolge Steinschlags auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a frane su gallerie di protezione)

Direttiva ASTRA 12007 *Einwirkungen infolge Lawinen auf Schutzgalerien* (Effetti in seguito a valanghe su gallerie di protezione)

Direttiva UFAM/UFAEG (2001) *Hochwasserschutz an Fliessgewässern* (Protezione dalle piene nei corsi d'acqua)

UFAM Protezione contro i pericoli dovuti ai movimenti di versante – Aiuto all'esecuzione per la gestione dei pericoli legati a scivolamenti, caduta di sassi e colate detritiche di versante, 2016

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

Scheda 24 001-15200 Tagli di versante e terrapieni

Scheda 24 001-18010 Pericoli naturali – Aspetti generali

2. Aspetti generali

I terrapieni o argini di protezione possono avere molteplici funzioni:

- terrapieno paravalanghe
- terrapieno di contenimento per crollo di roccia e caduta di sassi
- terrapieno di contenimento per colate detritiche e valanghe
- argine di protezione dalle piene
- argine di bacino di ritenzione delle acque
- terrapieno fonoassorbente

I terrapieni paravalanghe e i terrapieni di contenimento devono presentare la maggiore pendenza possibile sul lato di impatto, per impedire che vengano oltrepassati dalla valanga o dalla caduta di blocchi di roccia e sassi.

Negli argini di protezione dalle piene e negli argini di bacini idrici le proprietà idrauliche del materiale dell'argine e del sottosuolo sono particolarmente importanti.

Terrapieni ed argini sono per lo più realizzati con materiale reperibile localmente, che non sempre soddisfa appieno le caratteristiche ideali richieste.

La direttiva UFAM/UFAEG (2001) *Hochwasserschutz an Fliessgewässern* contiene indicazioni generali sulla protezione dalle piene nei corsi d'acqua, tuttavia non contiene raccomandazioni specifiche sulla realizzazione costruttiva (geotecnica) degli argini di protezione dalle piene.

3. Requisiti generali per terrapieni e argini di protezione

I requisiti per terrapieni e argini di protezione si differenziano a seconda della funzione di protezione (Tabella 1): in taluni casi è prioritaria la resistenza meccanica, in altri è importante la funzione idraulica e in altri ancora la combinazione di più criteri.

Terrapieno / argine	**Scopo principale** (scenario di pericolo)	**Geometria**	**Geotecnica / meccanica del terreno**	**Idraulica**
Terrapieno paravalanghe Terrapieno di contenim. valanghe	Deviazione o contenimento e arresto di una valanga	Lato impatto ripido (muro di blocchi)	Materiale di riporto: elevata resistenza al taglio Blocchi: elevata resistenza	Permeabilità Buon drenaggio
Terrapieno di contenimento	Arresto, contenimento e ritenzione di blocchi	Lato impatto ripido (p.es. terra rinforzata con geosintetici in tecnica di risvolto)	Grande resistenza Efficace nell'assorbire l'energia di impatto da parte di blocchi	Permeabilità
Argine di protezione dalle piene	Ritenzione dell'acqua	Sponda piana	Stabilità della sponda con correnti filtranti variabili nel tempo	Contenimento dell'acqua Prevenzione dell'erosione interna (criteri di filtrazione)
Combinazione di terrapieni ad es. per arresto di colate detritiche	Contenimento di materiale e acqua		Diversi requisiti	Diversi requisiti

Tabella 1: Requisiti di diversi tipi di terrapieni e argini di protezione

Requisiti generali

- Da un punto di vista costruttivo, i terrapieni e gli argini devono essere progettati e dimensionati in base ai requisiti specifici dell'intervento.
- Deve essere utilizzato materiale reperibile localmente.
- Argini e bacini vanno realizzati in modo da facilitarne la manutenzione e devono essere possibilmente carrabili.
- La sommità deve avere una larghezza di almeno 4 m se carrabile o comunque un minimo di 2 m se destinata a sola pedonabilità.
- Nei terrapieni di contenimento e paravalanghe si devono evitare ristagni d'acqua nelle zone di contenimento per evitare infiltrazioni nel terrapieno, prevedendo in questi punti adeguate possibilità di scarico dell'acqua.
- Si dovrà provvedere a un'appropriata manutenzione dei terrapieni, degli argini e dei bacini di contenimento:

- rimuovere sassi e detriti
- garantire un adeguato deflusso dell'acqua nei terrapieni di arresto/contenimento
- impedire la crescita di vegetazione arborea.

4. Terrapieno paravalanghe

Un terrapieno paravalanghe deve avere un lato di impatto a pendenza ripida per deviare la neve e impedirne lo scorrimento oltre il terrapieno (Figura 1). Spesso occorre costruire terrapieni paravalanghe in fossi naturali (valloni laterali) sui fianchi della montagna. In questi fossi naturali si trovano di frequente detriti di versante e grossi blocchi che possono essere utilizzati per la costruzione del terrapieno stesso.

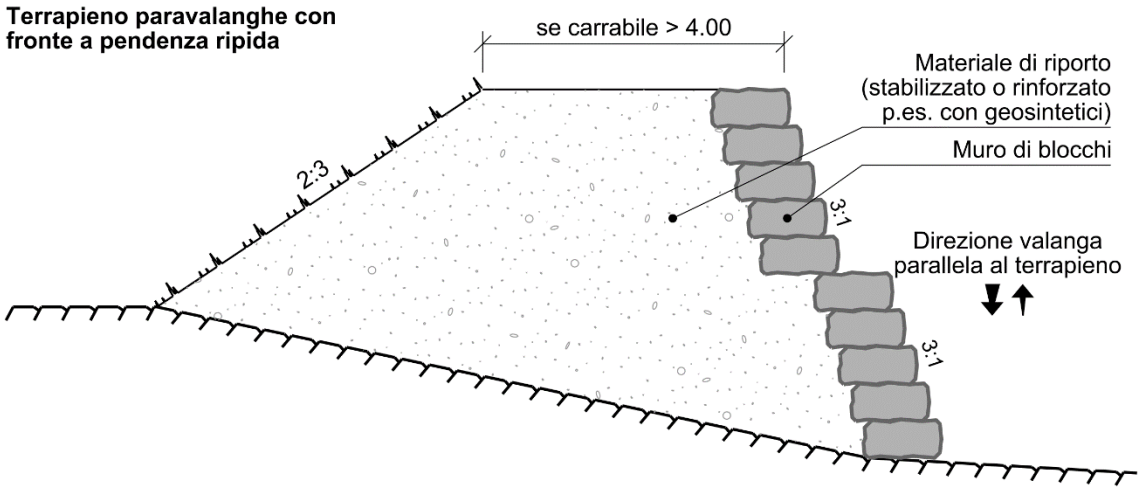


Figura 1: Terrapieno paravalanghe con fronte di impatto a pendenza ripida realizzato con grossi blocchi

Indicazioni per la costruzione e requisiti

- Il materiale di riporto deve essere compattato con mezzi idonei.
- Il muro di blocchi deve essere sufficientemente largo (> 2m) e deve essere realizzato con blocchi ravvicinati di forma rettangolare. Eventualmente posare i blocchi nel calcestruzzo secondo la tecnica "bagnato su bagnato".
- I blocchi devono essere di roccia dura resistente alle intemperie, con una superficie ruvida in modo da consentire la trasmissione delle forze di taglio nelle fughe e garantire la stabilità del muro.
- Un terrapieno paravalanghe deve essere il più permeabile possibile nella parte inferiore, in modo da impedire il ristagno di acqua che potrebbe compromettere la stabilità del terrapieno.

- A livello delle fondazioni devono essere previste condotte di drenaggio. L'acqua di versante deve essere raccolta e fatta defluire in modo controllato.
- Non deve essere utilizzato materiale fine o con una frazione fine > 10% perché di scarsa permeabilità.

Figura 2: Foto di una diga guida per valanghe

5. Terrapieno di contenimento per caduta sassi e blocchi

I terrapieni di contenimento devono avere la massima resistenza meccanica possibile in modo da arrestare la caduta di blocchi. La sponda sul lato a monte deve essere il più ripida possibile per impedire che sassi, blocchi e massi possano scavalcare il terrapieno (Figura 3).

Terrapieno di contenimento per caduta sassi / crollo roccia

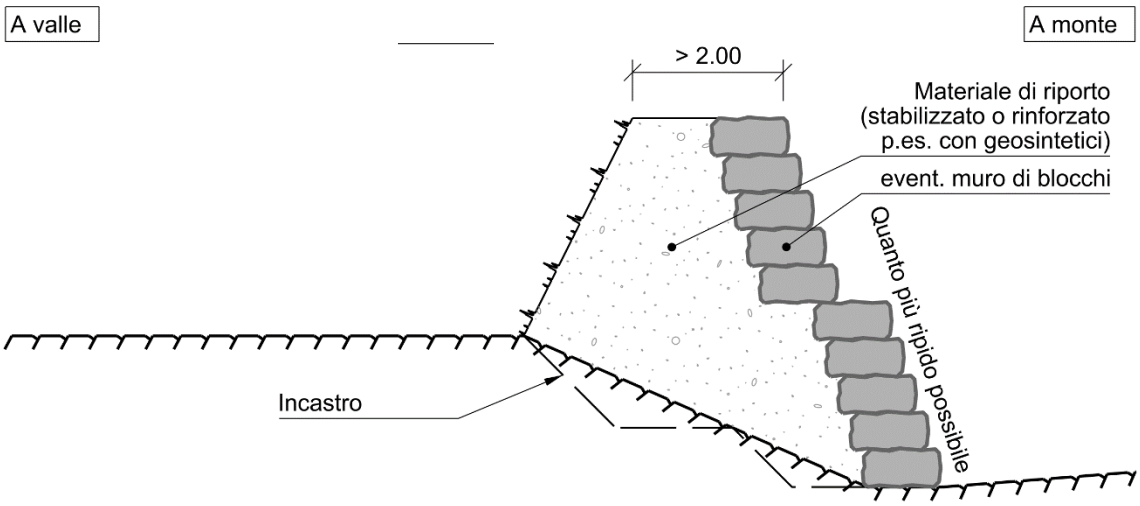


Figura 3: Terrapieno di contenimento per crollo roccia e caduta sassi

Le dimensioni del terrapieno di contenimento devono essere proporzionate alla grandezza del blocco più grosso previsto, in modo che il terrapieno sia in grado di arrestarlo e di assorbirne l'energia cinetica. La sommità deve avere una larghezza di almeno 2 m.

6. Argini di protezione dalle piene

Gli argini di protezione dalle piene devono contenere l'acqua, quindi assolvere una funzione di tenuta stagna, e per questo motivo devono essere composti da materiale a bassa permeabilità. I requisiti dipendono dalla durata delle sollecitazioni dovute alle piene. Una piena in un bacino di ritenzione può sollecitare l'argine solo per poche ore per cui l'acqua ha solo un limitato periodo di tempo per infiltrarsi nel corpo dell'argine. Nel caso di sollecitazioni prolungate dell'argine, l'acqua può infiltrarsi e fuoriuscire sul lato a campagna. In caso di un rapido abbassamento del livello dell'acqua nel bacino, l'acqua accumulatasi nell'argine può causare instabilità. Nella Figura 4 è rappresentato un argine con drenaggio al piede, sul lato a campagna. Nella Figura 5 è rappresentato un argine omogeneo e un diagramma schematico del lato di infiltrazione dell'acqua in funzione del tempo.

Argine di protezione dalle piene

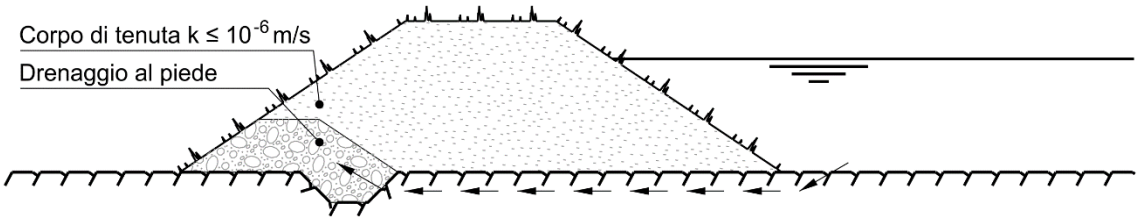


Figura 4: Argine di protezione dalle piene con drenaggio al piede e strati di scorrimento sottostanti

Argine omogeneo

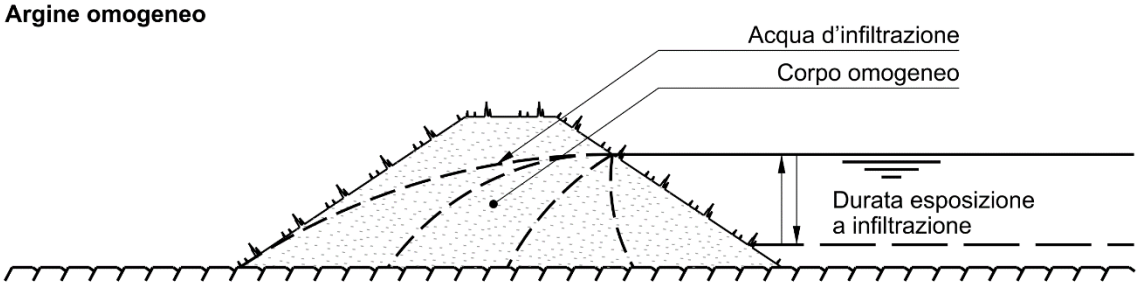


Figura 5: Argine in terra omogeneo con materiale a scarsa permeabilità e fronte di infiltrazione dell'acqua

Per l'efficacia e la sicurezza degli argini di protezione dalle piene è determinante anche il sottosuolo (rischio di scalzamento con fuoriuscite d'acqua o spinta idrostatica sul lato a campagna). È necessario indagare le condizioni del sottosuolo secondo le indicazioni contenute nella norma Eurocodice 7 – parte 2 (SIA 267.002 / EN 1997-2:2007).

1. Riferimenti

SR 721.100 Legge federale sulla sistemazione dei corsi d'acqua (LSCA)

SR 721.100.1 Ordinanza sulla sistemazione dei corsi d'acqua (OSCA)

Scheda 24 001-18010 Pericoli naturali – Aspetti generali

Scheda 20 001-00001 Introduzione generale

2. Aspetti generali

Il tracciato delle strade nazionali corre spesso lungo un corso d'acqua o lo attraversa. Gli elementi costruttivi dei rispettivi manufatti si trovano frequentemente presso le sponde di corsi d'acqua e in alcuni casi anche direttamente nel fiume o nel torrente.

Le opere possono pertanto essere soggette all'azione di piene o inondazioni. Le piene danneggiano le opere sia mediante l'erosione dell'alveo e delle sponde lungo il corso d'acqua, sia per l'effetto di inondazioni. Per le opere situate all'interno o lungo i corsi d'acqua, l'erosione locale, il cosiddetto **scalzamento**, rappresenta una delle cause principali dei danni provocati dalle piene.

In seguito a una piena o a un'inondazione le opere a rischio di scalzamento possono essere, tra le altre:

- opere di restringimento di un fiume o di un torrente in costruzione per l'edificazione di un ponte
- spalle di ponte poggianti sulle sponde e piloni di ponte posizionati nel corso d'acqua
- scarpate di vie di transito lungo corsi d'acqua
- sponde di argini nell'ambito di attraversamenti con portate d'acqua elevate sotto un tracciato stradale
- opere stradali che passano sotto fiumi a elevata portata d'acqua.

Processo di scalzamento

Per scalzamento si intende una forte erosione locale del fondo causata da un flusso d'acqua ad alta energia che scorre in direzione orizzontale con elevata turbolenza. Erosioni locali si formano soprattutto dove l'azione erosiva e la capacità di trasporto della corrente sono localmente eccessivamente elevate. Questi fenomeni comprendono i processi di scalzamento e di erosione laterale (aggressione delle sponde). L'eccessiva intensità locale dell'erosione è provocata da un'alta velocità della corrente (v > ca. 2 m/s), da una forte turbolenza, da correnti secondarie e dalla sovrapposizione di questi fattori. Gli effetti dei fenomeni di scalzamento locali si distinguono per sede di erosione (buca) e per sede di deposito (pareti). È molto importante conoscere la profondità e la forma del processo di scalzamento, in quanto questo potrebbe compromettere la stabilità delle sponde e danneggiare le fondazioni di opere edili.

Di particolare interesse sono i processi di erosione che riguardano le opere di restringimento e i piloni. Il restringimento di un fiume con fossati e argini di contenimento, anche in corso di costruzione, nonché con spalle e piloni di ponti in fase di utilizzo riduce la sezione del deflusso determinando a livello superficiale un innalzamento locale del livello idrometrico (intumescenza). I piloni che rappresentano un ostacolo alla sezione del flusso possono di conseguenza essere soggetti a fenomeni di scalzamento particolarmente intensi (cfr. Figura 1). Come mostrato nella Figura 2, all'aumento di velocità registrato nella sezione del restringimento corrisponde un incremento del potere erosivo dell'acqua, quindi dello scalzamento.

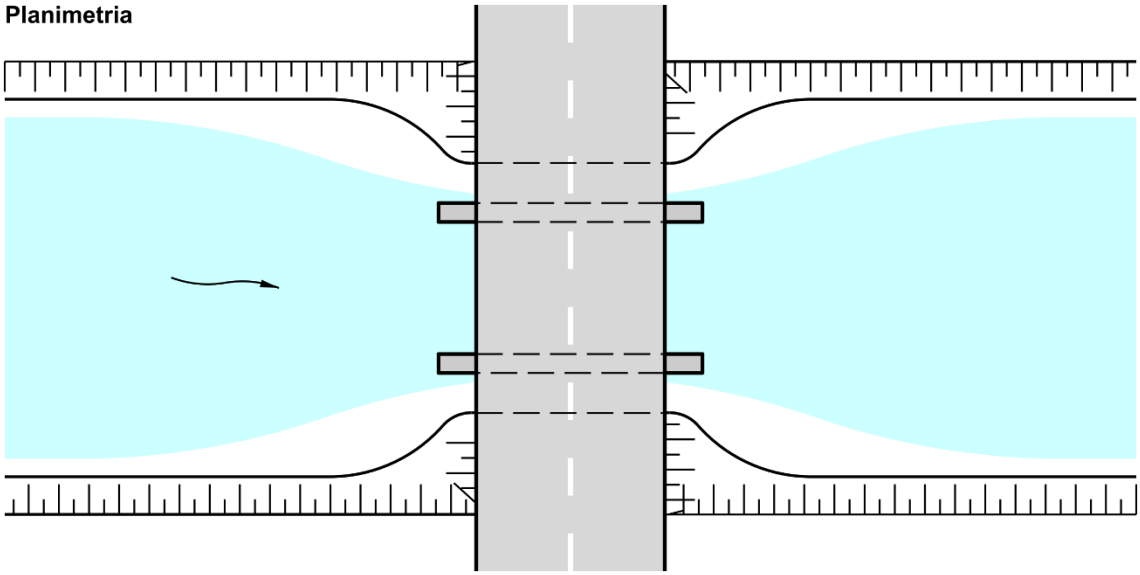


Figura 1: Esempio di un forte restringimento dovuto alla costruzione di un ponte

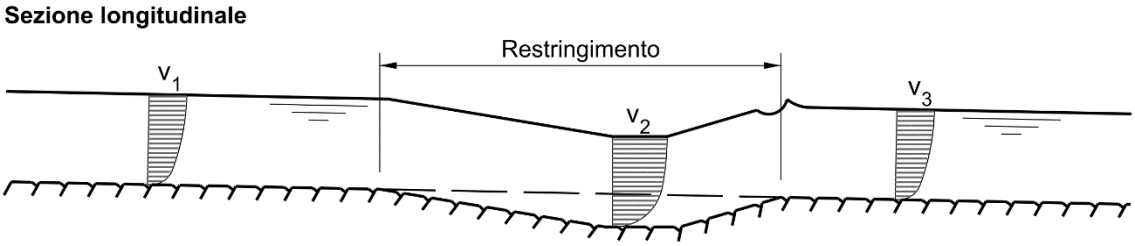


Figura 2: Scalzamento in alveo nella sezione di restringimento a seguito di un aumento della velocità

Le forti correnti e le alte forze di trascinamento corrispondenti richiedono una **protezione antiscalzamento.** Si tratta di una misura costruttiva per evitare sprofondamenti nell'alveo del corso d'acqua (scalzamento), in particolare presso i piloni di ponti, nelle anse dei fiumi o in altre sedi fortemente sollecitate dalle correnti. Ai fini della protezione delle opere è importante prendere in considerazione non solo l'azione dell'acqua, ma anche il materiale solido trasportato dalla corrente (detriti, sedimenti, legname galleggiante, ecc.).

Per le opere soggette all'azione delle correnti d'acqua esistono molteplici metodologie di calcolo per stabilire la possibile profondità di scalzamento. Con l'ausilio di queste tecniche è possibile stimare il **rischio di scalzamento** delle opere che si trovano nei corsi d'acqua. La profondità di scalzamento dipende per lo più dal materiale detritico, dalla forma dell'opera, dalla profondità dell'acqua e dalla velocità della corrente (pressione critica della corrente v x h > 2 m^2/s).

I processi di scalzamento si verificano nelle anse e nelle confluenze dei corsi d'acqua, in corrispondenza di differenze di ruvidità e attraverso installazioni interrate, quali sostegni, piloni e frangiflutti. Modelli di calcolo più recenti mostrano che nelle forme di alveo più ampie si verificano processi di scalzamento locali significativamente più profondi che in condizioni di deflusso monodimensionale.

3. Requisiti

Aspetti generali

La sequenza di misure protettive di ingegneria idraulica (vedere l'Ordinanza sulla sistemazione dei corsi d'acqua, OSCA) è strutturata nel seguente modo:

- interventi di manutenzione dei corsi d'acqua (manutenzione stagionale delle sponde)
- misure di pianificazione del territorio (con considerazione delle zone di pericolo e delle carte dei pericoli)
- misure costruttive (realizzazione di impianti resistenti alle piene, allestimento di zone inondabili, bacini di ritenzione, incremento della capacità).

Protezione antiscalzamento in caso di pericolo di piena

- È necessario determinare l'entità dell'intumescenza e i rapporti di portata nella sezione di restringimento di corsi d'acqua attraverso un calcolo del profilo di corrente.
- Nel caso di velocità di corrente elevate (v > 2 m/s) che determinano forti erosioni, si deve assolutamente verificare la stabilità dell'alveo e della sponda nei confronti dell'erosione ed eventualmente attuare misure antierosione.
- Per impedire l'azione delle forze di trascinamento è necessario prevedere una protezione antiscalzamento costituita da una scogliera in blocchi di pietra con uno strato filtrante sottostante, a seconda del tipo di fondo, o eventualmente uno strato di geotessile in grado di impedire i dilavamenti nel sottosuolo.
- **Esempio:**

  A causa del rischio di piena incombente per il ponte di Staldbach della circonvallazione A9 attorno a Visp, su entrambi i lati del fiume Vispa sono state allestite misure di protezione antiscalzamento con palancolati e micropali fino a 5 metri sotto l'alveo del fiume.

Figura 3: Protezione antiscalzamento (circonvallazione A9 attorno a Visp)

Inondazioni

I processi di inondazione dinamica caratterizzati da erosioni (scalzamenti) e depositi di materiale solido determinano elevate velocità di corrente (v > circa 2 m/s). Questi fenomeni interessano soprattutto le opere che si trovano lungo vie di deflusso fortemente canalizzate e con pendenza marcata – come fiumi, torrenti, tratti stradali, gole torrentizie ecc. – e possono mettere allo scoperto o addirittura scalzare le fondazioni di opere e la zona ai piedi di sponde e argini.

- Per la valutazione delle opere esposte non protette si deve prendere in considerazione quanto segue:
  - gli effetti in ogni caso significativi sulle opere interrate del possibile carico esercitato dai depositi di materiale solido
  - l'azione idrostatica e idrodinamica della corrente d'acqua, nonché la forza d'impatto dei solidi trasportati dall'acqua
  - la geometria del processo di scalzamento potenzialmente in atto, con eventuale verifica della stabilità di sponde e argini in questo contesto.
- È opportuno verificare i rischi di piena nei **tratti di carreggiata** nei pressi di corsi d'acqua esposti al pericolo di inondazione e prevedere misure costruttive di protezione adeguate.

Misure costruttive per la protezione delle sponde

Le opere di protezione delle sponde (opere di deviazione), che proteggono dall'erosione laterale, si differenziano in **strutture di sostegno** flessibili, semi-flessibili e rigide.

Le opere costruttive **flessibili** si distinguono per la loro capacità di adattamento a svariate condizioni (ad es. scalzamento) ed includono, ad esempio, scogliere in blocchi di pietra e opere di ingegneria naturalistica (fascine/vegetazione in rotoli).

Le opere costruttive **rigide** (tra cui ad es. muri di sponda rinforzati) non presentano questa flessibilità e sono pertanto soggette a un maggior rischio di sottoerosione.

Le opere costruttive **semi-flessibili** rappresentano una via di mezzo, in quanto si adattano abbastanza facilmente a diverse condizioni, ma non sopportano di norma movimenti di grande entità. Nel seguito sono descritte alcune misure importanti per la protezione delle sponde. Nella maggior parte dei casi si utilizzano in modo congiunto.

- Una protezione delle sponde con **scogliera in blocchi di pietra** dovrebbe essere prevista come misura locale per evitare fenditure sulle sponde, come protezione sistematica delle scarpate di un corso d'acqua incassato e infine come protezione antierosione sul lato acqua di sponde e argini. I blocchi sono posati in modo relativamente casuale (costruzione flessibile), in modo da consentire l'adattamento della scogliera ad assestamenti e sottoerosioni. Poiché l'esposizione anche di un solo blocco ha un ruolo determinante per l'aggressione della corrente e pertanto anche per l'erosione, nella costruzione della scogliera in blocchi bisogna cercare di far combaciare al meglio le pietre per creare una struttura coesa. Se tra i blocchi sono presenti ampie fughe sussiste il pericolo di erosione interna (dilavamento di materiale fine). Tale evenienza va contrastata inserendo uno strato filtrante o di geotessile.
- Il problema principale della protezione delle sponde è rappresentato per lo più dalla **protezione del piede.** Le fondazioni di questo tipo di protezione devono essere alla profondità di scalzamento attesa oppure si deve prevedere la posa di un tappeto di protezione antiscalzamento. In caso di erosione i blocchi si assestano semplicemente di conseguenza garantendo comunque la protezione delle sponde.
- I **muri di sponda** sono le costruzioni più rigide e si utilizzano per la protezione dall'erosione laterale. Tali muri possono essere realizzati in calcestruzzo gettato in opera (eventualmente rivestito in pietra naturale), muratura a secco, oppure con elementi di calcestruzzo, file di pali, diaframmi palancolati o gabbioni riempiti con pietre. Di regola sono impiegati dove per problemi di spazio non si possono realizzare costruzioni più flessibili, ad esempio opere di ingegneria naturalistica, e dove la protezione antierosione deve garantire la sicurezza di persone e infrastrutture lungo le vie di transito sulle sponde di un fiume.

Monitoraggio

- Qualora ai piedi delle opere di costruzione sopra descritte si riscontrino scalzamenti si deve procedere a rilievi regolari, seguiti da opportune valutazioni.
- I processi di scalzamento alle maggiori profondità si verificano durante le piene, quando spesso non è possibile (anche successivamente) procedere a una loro valutazione.

  Per le infrastrutture più a rischio è tuttavia necessario rilevare le profondità di erosione con un apposito **sistema di monitoraggio dello scalzamento** permanente, anche nel corso di piene.

1. Riferimenti

«Galleria Melide-Grancia, Rapporto finale, Procedura di intervento in presenza di parti d'opera contenenti amianto», Consorzio IMA (IM Maggia Engineering SA, Anastasi SA Ingegneria)

Direttiva CFSL, Amianto, N. 6503, Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro CFSL, Edizione dicembre 2008

RS 814.01: Legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (Legge sulla protezione dell'ambiente, LPAmb)

RS 832.20: Legge federale del 20 marzo 1981 sull'assicurazione contro gli infortuni (LAINF)

RS 832.30: Ordinanza del 19 dicembre 1983 sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni, OPI)

RS 832.311.141: Ordinanza del 29 giugno 2005 sulla sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori nei lavori di costruzione (Ordinanza sui lavori di costruzione, OLCostr)

«Amianto: come riconoscerlo e intervenire correttamente», SUVA, Edizione giugno 2012

2. Aspetti generali

L'amianto, o asbesto, è un insieme di minerali a struttura fibrosa appartenenti al gruppo degli inosilicati. Esso è stato ampiamente utilizzato tra il 1950 e il 1980 nell'industria e nell'edilizia come materia prima per la produzione di diversi oggetti e manufatti.

In particolare, nel settore edilizio, l'amianto si presenta unitamente al cemento sotto forma di cemento-amianto, conosciuto anche come eternit, dal nome del principale prodotto commerciale. In questo caso l'amianto è di matrice compatta, vale a dire le fibre sono fortemente legate in una matrice stabile e solida. Grazie a tale composizione, in passato era possibile produrre manufatti caratterizzati da un basso costo di lavorazione, una elevata resistenza meccanica, un'alta flessibilità e una notevole resistenza al fuoco, al calore e all'azione di agenti chimici.

Tuttavia, la consistenza fibrosa dell'amianto e il conseguente rilascio di fibre libere nell'atmosfera sono l'origine di gravi patologie a livello dell'apparato respiratorio. In Svizzera, l'impiego di amianto è proibito dal 1989. Per molte gallerie realizzate prima di questo periodo, non è da escludere che vi siano numerose parti d'opera contenenti amianto. È quindi evidente il rischio a cui il personale è esposto durante i lavori di manutenzione e risanamento di gallerie.

Il presente documento fa riferimento alle esperienze maturate durante i lavori di risanamento della galleria di Melide-Grancia sul tratto autostradale N2 in prossimità di Lugano e intende fornire preziose informazioni circa la metodologia da adottare in caso di interventi di bonifica di parti d'opera contenenti amianto.

3. Procedura d'intervento

Qui di seguito vengono elencati i punti salienti della Relazione Tecnica stilata dal Consorzio IMA:

- Indagini preliminari per accertare la presenza di amianto - Qualora una prima ispezione visiva non fornisse prove univoche sulla presenza o meno di amianto, si procede al prelievo di campioni di materiale da far analizzare in laboratorio (analisi chimica). Tale analisi visiva dovrà necessariamente tener conto dell'anno di costruzione dell'elemento, nonché delle parti d'opera che in passato venivano tipicamente prodotte utilizzando fibre di amianto.
- Verifica di idoneità della ditta appaltatrice - L'impresa esecutrice dei lavori di bonifica deve essere riconosciuta dalle autorità competenti (SUVA).
- Progettazione - La ditta appaltatrice è tenuta a redigere in fase di offerta d'appalto un Piano di lavoro che descriva la procedura di bonifica e i rischi ad essa connessi. Tale documentazione dovrà rispettare le normative vigenti, in modo da garantire la sicurezza sul lavoro ed eliminare o ridurre sostanzialmente i rischi.
- Esecuzione - I lavori di bonifica prevedono in genere le seguenti fasi:
  - Installazione del sistema di confinamento dell'ambiente di lavoro
  - Messa in depressione della zona di lavoro compartimentata per impedire la fuoriuscita di aria contaminata
  - Ventilazione dell'ambiente confinato al fine di abbattere la concentrazione delle fibre di amianto respirabili (FAR) sotto la soglia limite. Ciò avviene ricambiando l'aria presente all'interno dell'ambiente confinato con aria esterna priva di fibre
  - Eventuale inumidimento o impregnamento degli oggetti da rimuovere
  - Rimozione e confezionamento delle parti d'opera interessate
  - Decontaminazione dell'ambiente di lavoro
  - Carico e trasporto in discarica.
- Monitoraggio - La concentrazione di fibre d'amianto durante le varie fasi di demolizione non deve superare i valori limiti stabiliti dalla normativa di riferimento (Direttiva CFSL). A tal fine sarà necessario concordare con la ditta appaltatrice un piano di monitoraggio che tenga conto dei processi lavorativi e di idonee misure di sicurezza in fase esecutiva, per ridurre i rischi di contaminazione dell'aria respirata dal personale.
- Sicurezza - Le misure di sicurezza più importanti sono:
  - Separazione mediante confinamento delle zone da bonificare (zona di lavoro)
  - Installazione di un'unità di decontaminazione
  - Messa in depressione della zona di lavoro e dell'unità di decontaminazione
  - Ventilazione dell'ambiente confinato
  - Misurazione della concentrazione delle fibre di amianto respirabili (FAR) nell'aria presente all'interno dell'ambiente confinato
  - Indumenti di protezione e maschera con filtro P3 per la manodopera
  - Cancello di sicurezza con doccia per la decontaminazione del personale e degli attrezzi utilizzati.
- Allarme in cantiere - Degna di nota e di indubbia valenza pratica durante le fasi di esecuzione dei lavori di bonifica è la documentazione redatta sotto forma di schede, relativa alle procedure da attuare in presenza di eventi straordinari, quali ad esempio un inci-

dente di cantiere. Tali procedure possono limitarsi ad una semplice notifica alla Direzione dei lavori o, in casi estremi, arrivare all'evacuazione immediata della zona di lavoro con un coinvolgimento più importante a livello di gestione del traffico e polizia.

4. Conclusioni

Le procedure d'intervento sulle parti d'opera contenenti amianto e la metodologia di controllo sviluppate durante i lavori di bonifica nella galleria di Melide-Grancia hanno dimostrato di poter garantire il rispetto dei principali criteri di sicurezza e di ridurre i rischi a cui il personale è esposto in fase esecutiva.

Sulla base di tali esperienze, il diagramma di flusso riportato in seguito vuole riassumere i principali processi decisionali ed esecutivi in presenza di parti d'opera contenenti amianto, nonché essere una linea guida per futuri interventi analoghi di risanamento e/o di demolizione.

Per una visione completa della metodologia brevemente sintetizzata nel presente documento, si rimanda alla Relazione tecnica originale redatta dal Consorzio IMA (IM Maggia Engineering SA, Anastasi SA Ingegneria),. Tale documentazione può essere richiesta all'USTRA.

5. Allegati Relazione Tecnica Consorzio IMA

Allegato 1 «Accertamento della presenza di amianto nei condotti della ventilazione» (Rapporto SUPSI n° LEI 73 50 01, 25.03.2011)

Allegato 2: «Controllo Presenza Amianto» (IMA, 12.11.2011)

Allegato 3: «Accertamento presenza amianto» (Rapporto SUPSI n° 7426 30,28.03.2012)

Allegato 4: «Concetto di Bonifica» (Rapporto SUPSI n° 7426 02, 09.01.2012)

Allegato 5: «Scheda Decorsi d'allarme cantiere» (Consorzio IMA, 10.12.2012)

Allegato 6: «1° Rapporto Intermedio» (Rapporto SUPSI n°7426 14, 19.02.2012)

Allegato 7: «Controllo FAR aria nei cunicoli di ventilazione» (Rapporto SUPSI n°7426 29,27.03.2012)

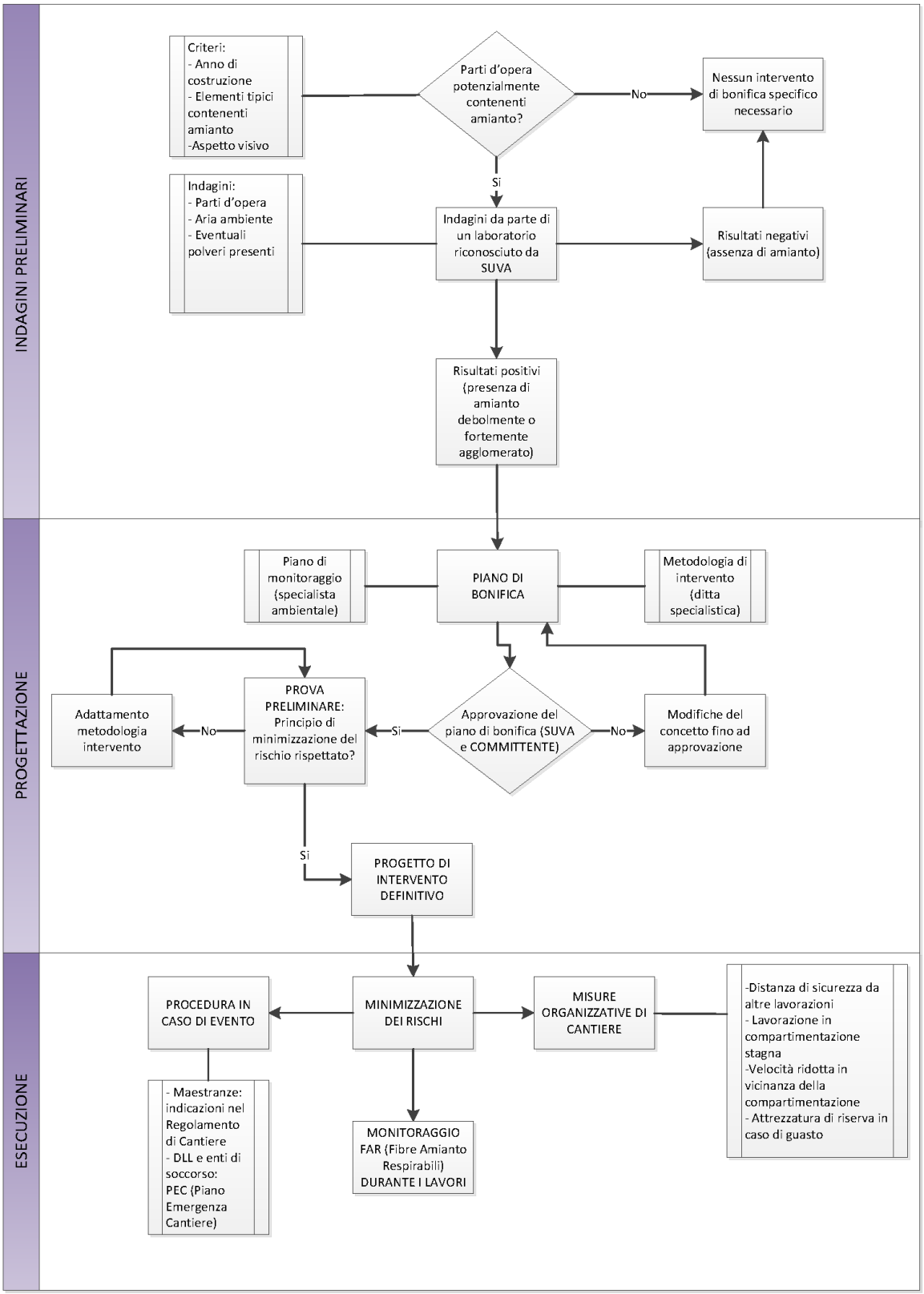
Allegato 8: «Controllo FAR aria esterna compartimentazione» (Rapporto SUPSI n°7426 33, 03.04.2012)

Allegato 9: «Rapporto Finale Amianto Canna Nord Sud» (IMA, 07.05.2012)

Allegato 10: «Mappatura presenza amianto polvere soletta intermedia» (Rapporto SUPSI n° 7426 35, 11.09.2012)

Allegato 11: «Controllo FAR aria cunicoli ventilazione» (Rapporto SUPSI n° 7426 36, 11.09.2012)

PROCEDURA DI INTERVENTO IN CASO DI PRESENZA DI PARTI D'OPERA CONTENENTI AMIANTO



Indice

1 Introduzione 1
1.1 Aspetti generali 1
1.2 Contenuto e delimitazione 2
2 Progetto di conservazione 2
2.1 Definizione 2
2.2 Obiettivi 3
3 Progetto di sistemazione 4
3.1 Definizioni 4
3.2 Fasi di progetto 4
4 Struttura dei progetti 5
4.1 Prestazioni di base per fase di progetto 5
4.2 Parte generale e specialistica con schede tecniche 6
5 Preventivo per fase di progetto 8
6 Struttura dei dossier: visione d'insieme 9
7 UPlaNS: processo di riflessione e di rappresentazione 10

1 Introduzione

1.1 Aspetti generali

Premessa

Dal 01.01.2008 l'USTRA è responsabile della costruzione di nuove strade nazionali e della sistemazione di quelle esistenti. Il completamento della rete delle strade nazionali spetta ai Cantoni (art. 40a OSN). La manutenzione e l'esercizio sono di competenza dell'USTRA (art. 49a OSN).

Le fasi di progettazione per la costruzione e la manutenzione definite nell'OSN e dall'USTRA si differenziano dalle norme SIA in merito a punti importanti. Nel quadro del manuale tecnico (FHB) è stato elaborato il modulo "Progettazione" per adattare la descrizione delle prestazioni ai bisogni delle strade nazionali a seconda della fase di progettazione.

Obiettivo

Il modulo "Progettazione" presenta una descrizione delle prestazioni dei progettisti per i progetti di costruzione e di manutenzione delle strade nazionali (fino alla fine delle fasi DP (progetto di dettaglio) / MP (progetto di intervento). Inoltre definisce il contenuto dei dossier e contiene schede tecniche con spiegazioni specifiche.

Manuale tecnico
In linea con gli obiettivi prefissati e conformemente alle leggi, disposizioni, direttive e norme vigenti, nel manuale tecnico viene definita una soluzione standard. È stato redatto un manuale tecnico (FHB) per ciascuno dei quattro ambiti tecnici. Garantendo la sicurezza e la sostenibilità, gli sforzi dovranno essere finalizzati a ottenere il miglior rapporto costi-benefici per tutto il ciclo di vita degli impianti, ad arrecare il minore impatto possibile nello spazio stradale per l'esercizio e la manutenzione, nonché a uniformare le procedure, dalla progettazione all'appalto, fino all'esercizio e alla manutenzione. Il presente documento costituisce una guida per la progettazione.

La struttura gerarchica dei manuali tecnici e i relativi documenti di base sono presentati nell'introduzione generale 20 001-00001 dell'USTRA, cap. 2 "Realizzazione degli obiettivi".

Carattere vincolante
Le direttive e istruzioni dell'USTRA, nonché le norme vigenti, devono essere applicate per tutte le attività nell'ambito delle strade nazionali. I manuali tecnici rappresentano la *best practice* e sono da considerarsi come linee guida in materia di costruzione, sistemazione, manutenzione ed esercizio. La comunicazione tra i soggetti coinvolti deve essere semplice ed efficace. I manuali sono a disposizione in formato elettronico sul sito internet dell'USTRA.

1.2 Contenuto e delimitazione

Il presente modulo "Progettazione" del manuale tecnico si riferisce alle prestazioni della progettazione relative a tutte le fasi di progetto (vedi capitolo 3.2). Per l'esecuzione dei lavori valgono le prestazioni secondo le norme SIA. Questo modulo prende in considerazione i quattro ambiti tecnici: Tracciato e ambiente T/U (21), Manufatti K (22), Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza BSA (23) e Gallerie e geotecnica T/G (24).

Sono escluse dalla presente trattazione le prestazioni correlate agli appalti pubblici, pertanto non vengono qui trattati elementi puramente contrattuali.

Prestazioni generali della progettazione
Per prestazioni generali si intendono le prestazioni di base ai sensi dei regolamenti SIA 103 / 108 / 112 relativi alle prestazioni e agli onorari. Si tratta delle prestazioni principali della progettazione che generalmente l'USTRA si aspetta dai suoi progettisti. In tal senso questo documento può servire quale base per la descrizione delle prestazioni dei progettisti. Tuttavia per ogni progetto occorre assolutamente verificare la pertinenza e la completezza di questa descrizione ed eventualmente integrarla.

In questa sede non vengono fornite spiegazioni dettagliate, né sono riportati riferimenti incrociati a leggi, istruzioni, direttive e norme.

2 Progetto di conservazione

2.1 Definizione

Definizione di progetto di conservazione
La conservazione delle strade nazionali avviene tramite progetti. I progetti hanno un punto di partenza e di arrivo chiaramente definito, un perimetro ben delimitato, sono unici e hanno un'organizzazione specifica. Gli elementi determinanti per la progettazione sono da un lato i costi, la qualità e i termini, dall'altro lo svolgimento dei lavori e il relativo impatto sull'ambiente. I fattori chiave sono spesso la gestione del traffico e metodi di costruzione ottimizzati (vedi filosofia UPlaNS).

Ambito
I progetti di conservazione delle strade nazionali sono progetti che di regola si estendono lungo tratte di ca. 5 - 15 km di lunghezza e comprendono di norma tutte le infrastrutture stradali. Inoltre possono contenere progetti di manutenzione e di sistemazione che devono essere strettamente coordinati e realizzati simultaneamente. Le relative fasi di autorizzazione sono anch'esse da coordinare.

Misure di carattere individuale (EM)
I progetti che concernono unicamente singole parti delle infrastrutture della strada sono considerati misure di carattere individuale. Nei limiti del possibile non devono perturbare il traffico sugli assi principali delle strade nazionali.

Misure urgenti (SoMa)
I motivi che possono determinare la necessità di misure urgenti non sono prevedibili e sono riconducibili a un evento naturale (ad es. caduta massi, esondazione, ecc.) o un incidente, oppure sono il risultato di un'attività di sorveglianza, di un inventario o di un controllo. Le SoMa devono permettere di proteggere le persone o l'ambiente da un pericolo immediato o di evitare dei danni importanti. L'obiettivo delle SoMa è garantire la sicurezza del traffico, ristabilire l'agibilità e garantire la sicurezza verso terzi (mantenimento dello stato).
Le SoMa devono immediatamente essere messe in atto dalle filiali dell'USTRA. A tale proposito non occorre alcuna approvazione da parte della centrale USTRA. Il supporto tecnico (FU) deve essere immediatamente informato e può essere consultato in caso di bisogno.

Misure anticipate (VoMa)
Le VoMa fanno parte del progetto di conservazione EP e devono essere realizzate prima dell'inizio dei lavori principali. Queste misure sono approvate nel quadro dell'EP.

Misure transitorie (ÜMa / UeMa)
Le ÜMa devono essere eseguite prima della realizzazione delle misure effettive previste nell'ambito di un EP per assicurare l'idoneità all'uso del tratto interessato fino alla realizzazione dell'EP.

Misure di piccola manutenzione strutturale (KBU)
Queste misure di manutenzione edile non sono legate a un progetto, quindi non è richiesta l'apertura di alcun progetto. Esse riguardano gli ambiti tecnici Tracciato (carreggiata e sovrastruttura), Manufatti, Gallerie e geotecnica, nonché Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (BSA) e sono definite nella direttiva USTRA 16320 "Classificazione delle attività in funzione del gruppo di prodotti infrastruttura stradale" (cap. 4.4).

2.2 Obiettivi

Obiettivi
Gli obiettivi del progetto di conservazione sono:
- Conservazione dello stato dell'opera
- Garanzia di una sufficiente sicurezza, compresa la sicurezza d'esercizio fino alla realizzazione dell'EP
- Preservazione o ristabilimento dell'idoneità all'uso
- Ottimizzazione delle misure di manutenzione dal punto di vista economico
- Identificazione di nuovi rischi potenziali (ad es. pericoli naturali quali la caduta massi)
- Riduzione al minimo del numero di misure urgenti
- Adattamento dell'opera alle nuove norme e direttive
- Riduzione dell'impatto sull'ambiente

Sicurezza
Il termine "sufficiente sicurezza" corrisponde al livello di rischio accettabile per persone, oggetti e ambiente in merito agli aspetti seguenti:
- sicurezza della struttura
- sicurezza del traffico (riguarda gli utenti della strada, il personale di manutenzione e i cantieri)

- sicurezza d'esercizio (ad es. dispositivi di guida ottica, passaggi di carreggiata, sistemi di drenaggio, equipaggiamenti elettromeccanici, ecc.)
- impatto ambientale (rumore, incidenti rilevanti, acque di scarico stradali, ecc.)

Ottimizzazione economica
L'ottimizzazione economica delle misure di conservazione deve tenere conto dei costi a lungo termine per esercente e utenti (ad es. mediante il raggruppamento e la riduzione al minimo degli interventi nello spazio stradale).

Coordinamento delle misure
Occorre prestare attenzione affinché le soluzioni tecniche per le infrastrutture della stessa tratta soggetta a misure di conservazione siano unificate il più possibile. A tal scopo è richiesto il coordinamento della progettazione per le differenti infrastrutture su tale tratta.

3 Progetto di sistemazione

I "progetti di sistemazione" includono sia la costruzione ex novo, sia la sistemazione vera e propria di una strada nazionale.

3.1 Definizioni

Costruzione
Per "costruzione" si intende la realizzazione di una strada nazionale là,
- dove non ne esiste ancora una
- dove una strada principale esistente è stata riclassificata come strada nazionale, ma presenta ancora importanti elementi da realizzare, quali la circonvallazione locale e il miglioramento del tracciato.

I progetti di nuove costruzioni non comprendono importanti misure di conservazione.

Sistemazione
Per "sistemazione" si intendono i progetti che prevedono interventi di modifica e ampliamento della rete delle strade nazionali legati a eventuali vincoli. Può trattarsi delle misure seguenti:
- adattamenti alle norme più recenti
- incremento della capacità
- modifica del tracciato

I progetti di sistemazione possono comprendere delle misure di conservazione.

3.2 Fasi di progetto

Le fasi di progetti di costruzione e di sistemazione sono identiche e strutturate nel modo seguente:

Studio preliminare PS
Il progetto preliminare viene elaborato dalla divisione N dell'USTRA. Gli studi preliminari di progetto vengono eseguiti quando il progetto previsto altera la capacità o la funzionalità di una strada nazionale.

Progetto generale GP
Vedi Legge federale sulle strade nazionali (RS 725.11, artt. 9 - 20, LSN) e Ordinanza sulle strade nazionali (OSN 725.111, artt. 10 e 11).

Progetto esecutivo AP
Vedi Legge federale sulle strade nazionali (RS 725.11, artt. 9 - 20, LSN) e Ordinanza sulle strade nazionali (RS 725.111, art. 12, OSN).

Progetto di dettaglio DP
Vedi direttiva USTRA 11004 "*Bau der Nationalstrassen - Entwicklung der Projekte*" (Costruzione delle strade nazionali – Sviluppo dei progetti) e Ordinanza sulle strade nazionali (RS 725.111, art. 18, OSN).

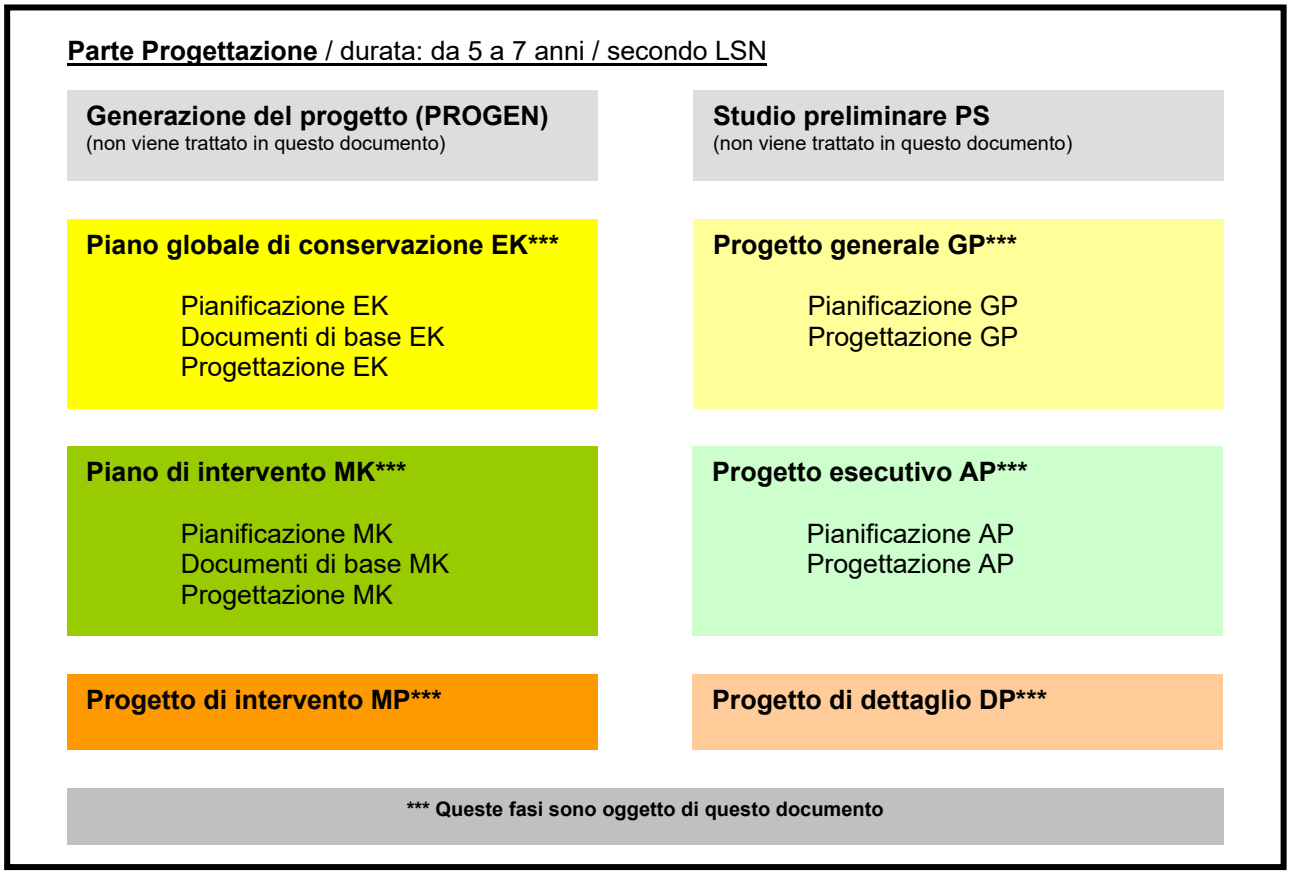
Per i progetti di costruzione nell'ambito del completamento della rete occorre tenere conto anche degli articoli da 35 a 37 dell'OSN.

4 Struttura dei progetti

Nel presente modulo Progettazione le prestazioni di base da fornire sono da un lato descritte per ogni fase di progetto, dall'altro divise in una parte generale e in una parte specialistica con schede tecniche.

4.1 Prestazioni di base per fase di progetto

Di seguito vengono descritte le prestazioni di base per ogni fase di progetto (cfr. diagramma in basso). I documenti di base necessari e gli obiettivi da raggiungere sono sempre indicati all'inizio di ciascuna fase. Eventualmente basi e obiettivi vanno integrati o adattati in funzione dei bisogni.
Nell'ambito delle fasi di progetto Piano globale di conservazione (EK) e Piano di intervento (MK), rispettivamente Progetto generale (GP) e Progetto esecutivo (AP), la prima tappa importante e obbligatoria del processo è la "pianificazione della pianificazione".
Poiché i documenti di base (esistenti o da allestire) sono di centrale importanza per l'identificazione dei problemi e della loro soluzione, in particolare per EK e MK, questi sono stati messi in evidenza in una seconda tappa.



Parte Realizzazione / durata: da 1 a 5 anni / termini e descrizione delle prestazioni secondo SIA

Gara di appalto e progetto esecutivo secondo SIA

Realizzazione delle misure o esecuzione dei lavori di costruzione

Applicare le norme SIA

4.2 Parte generale e specialistica con schede tecniche

La struttura della descrizione delle prestazioni corrisponde ai regolamenti SIA 103 e 112 relativi alle prestazioni e agli onorari.

Il modulo "Progettazione" è diviso nelle cinque parti seguenti:

Parte generale

La parte generale del modulo Progettazione include quattro schede. La presente scheda tecnica fornisce spiegazioni generali e include la definizione delle differenti fasi di progetto e una presentazione della struttura dei dossier. Comprende inoltre il processo di riflessione e di rappresentazione nonché una visione d'insieme del rischio residuo per i progetti UPlaNS.
Per prestazioni generali di progettazione si intendono le prestazioni di base ai sensi dei regolamenti SIA 103 / 108 / 112 relativi alle prestazioni e agli onorari. Si tratta delle prestazioni di progettazione principali che generalmente l'USTRA si aspetta dai progettisti.
Il dossier di sintesi fornisce informazioni sulla struttura dello stesso per le fasi di progetto EK e MK.
La lista dei documenti di base specifici per il progetto serve da foglio di lavoro e dovrà essere compilata da EP nella fase di generazione del progetto e da PM prima dell'inizio di ciascuna fase del progetto.

Documenti di base di progettazione generali

Le schede di base forniscono informazioni sui documenti di base di progettazione di carattere generale da rispettare per tutti i progetti, quali Previsioni di traffico, Opere nell'area di influenza di impianti ferroviari, Capitolato d'oneri per l'accompagnamento ambientale in fase di cantiere UBB e Rilevamento dello stato di inquinamento acustico (ZEL).

Modelli di documenti

Includono modelli di documenti specialistici, quali la Convenzione d'utilizzazione e la Base del progetto, ove tali documenti vengano utilizzati.

Documenti di base di progettazione specialistici

Si tratta di schede tecniche che rispondono a quesiti e illustrano principi riguardanti solo un ambito di specializzazione.

Fasi del progetto

Nell'ultima parte del modulo Progettazione vengono presentate le singole fasi del progetto che devono essere elaborate da un progettista. Le singole fasi della progettazione sono trattate in almeno due schede tecniche.

La scheda tecnica Contenuto del dossier (*fase del progetto*) stabilisce la struttura del dossier per la fase del progetto in questione.

La seconda scheda, generalmente più articolata, riguarda le prestazioni di progettazione specialistiche che il progettista dovrà fornire nella rispettiva fase per i quattro ambiti di specializzazione Tracciato e ambiente T/U, Manufatti K, Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza BSA e Gallerie e geotecnica T/G.

5 Preventivo per fase di progetto

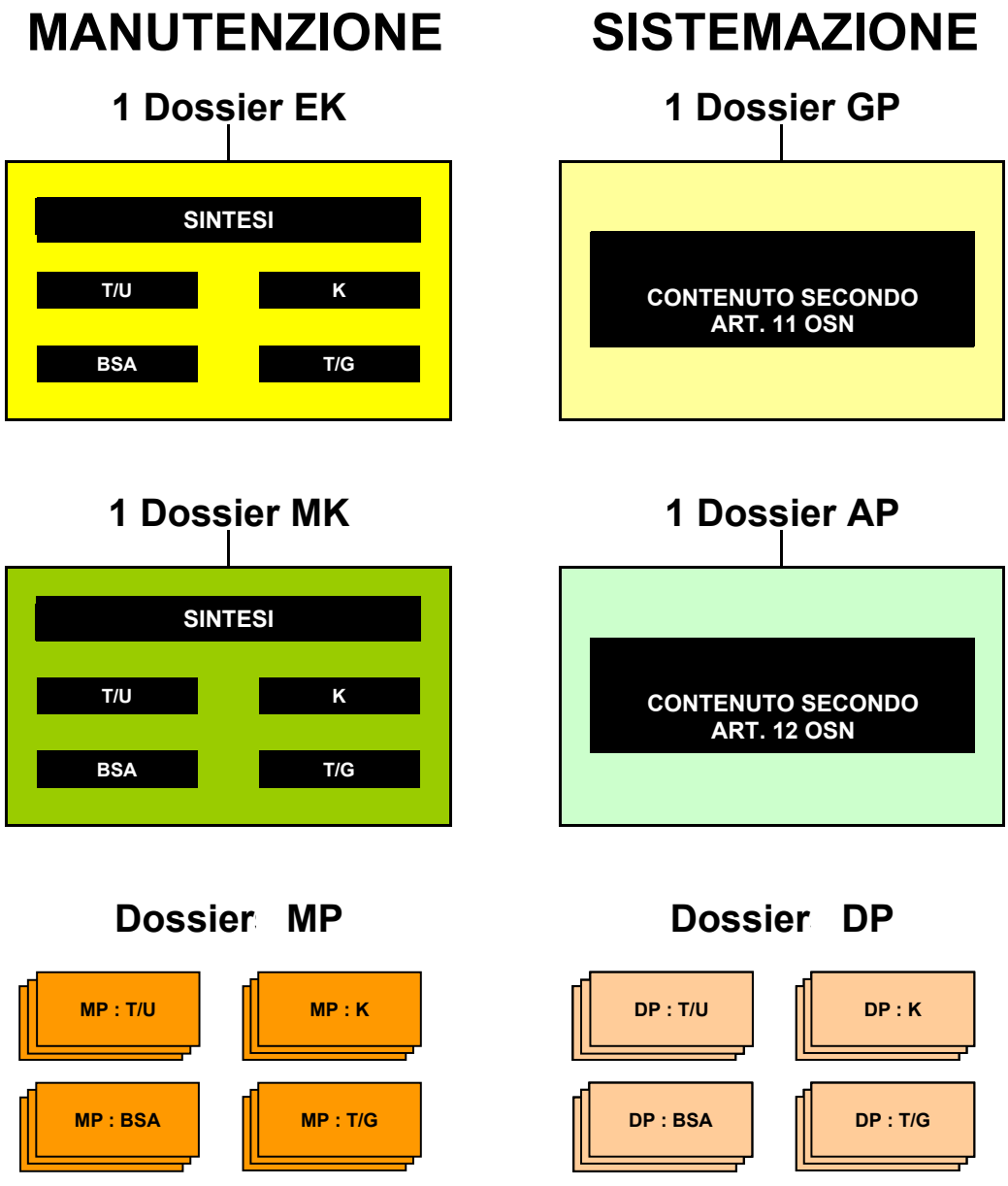
La visione d'insieme seguente mostra il numero e il livello di dettaglio necessari per l'approvazione del preventivo (KV) per ciascuna fase di progetto. Per i progetti di completamento della rete (NV) è richiesto un altro livello di precisione.

	Fase	Preventivo approvato (KV)	Precisione preventivo	Precisione per NV
MANUTENZIONE	EK	Costi di progetto, compresi onorari e costi per l'acquisto del terreno + imprevisti / varie (10%) IVA	+/- 20%	
	MK	Costi di progetto, compresi onorari e costi per l'acquisto del terreno + imprevisti / varie (10%) IVA	+/- 15%	
	MP	Costi di progetto, compresi onorari e costi per l'acquisto del terreno + imprevisti / varie (10%) IVA	+/- 10%	
SISTEMAZIONE	GP	Costi di progetto, compresi onorari e costi per l'acquisto del terreno + imprevisti / varie (10%) IVA	+/- 20%	+/- 20%
	AP	Costi di progetto, compresi onorari e costi per l'acquisto del terreno + imprevisti / varie (10%) IVA	+/- 15%	+/- 10%
	DP	Costi di progetto, compresi onorari e costi per l'acquisto del terreno + imprevisti / varie (10%) IVA	+/- 10%	+/- 5%

Questa tabella si basa sulle istruzioni Controlling degli investimenti alle strade nazionali – Parte C – Controlling dei costi dei progetti, versione 2022.

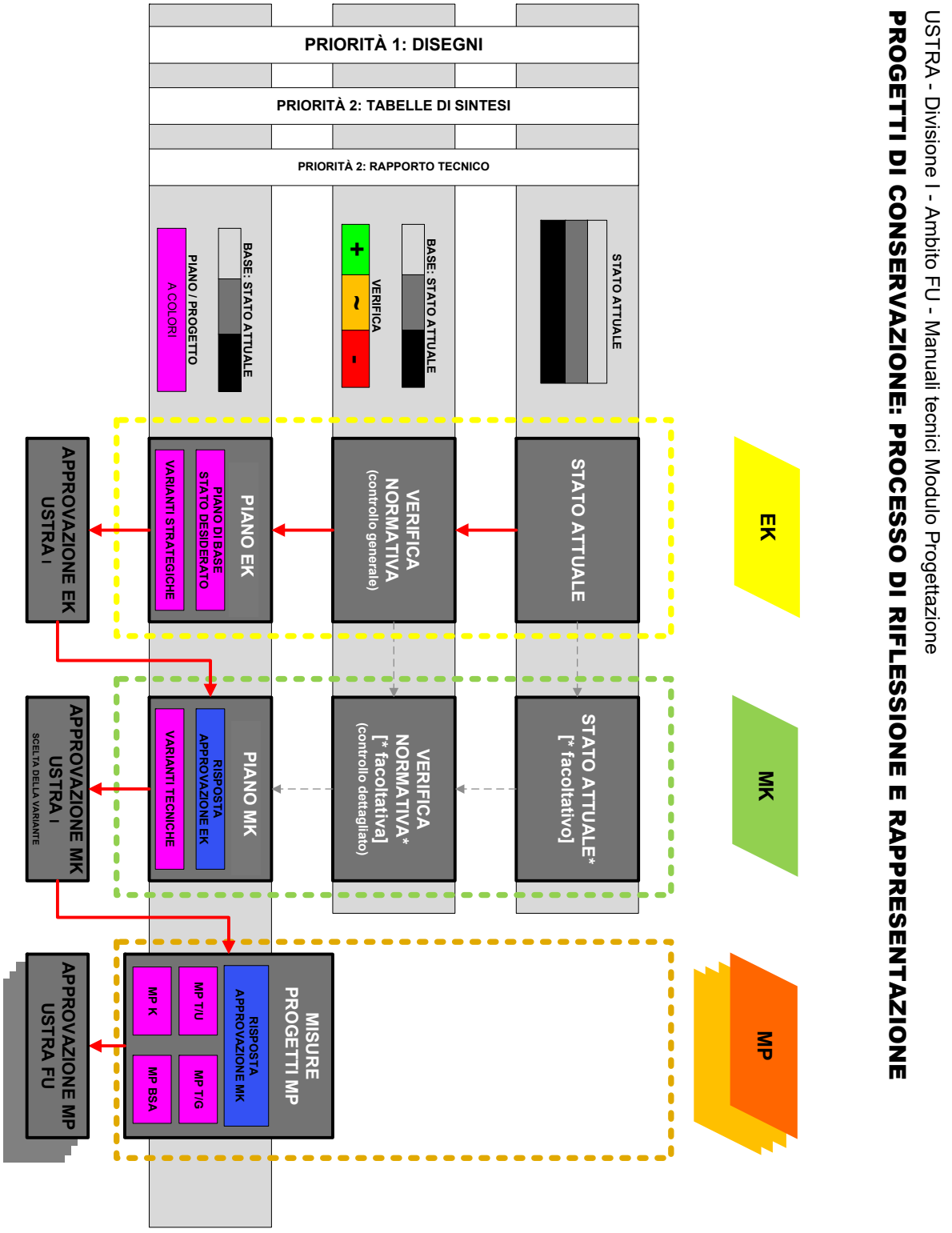
Per il completamento della rete (NV), fa fede la lettera dell'USTRA del 23 maggio 2003 «Ergänzung der Richtlinie Bau der Nationalstrassen, Entwicklung der Projekte».

6 Struttura dei dossier: visione d'insieme



Il dossier "SINTESI" è un riassunto dei quattro dossier T/U, K, BSA e T/G e garantisce il coordinamento tra i quattro ambiti tecnici.

7 UPlaNS: processo di riflessione e di rappresentazione



Piano globale di conservazione EK

Pianificazione EK

Documenti di base:
- Motivazioni del progetto (analisi dello stato da responsabile della gestione del patrimonio, problematica legata al rumore, sovraccarico di traffico, punti chiave per incidenti, progetti di terzi, pericoli naturali, differenze rispetto a norme e direttive, problemi durante la manutenzione, ...)
- Dati relativi allo stato attuale delle infrastrutture forniti dalle applicazioni MISTRA

Obiettivi:
- Prova della necessità
- Analisi del mandato
- Analisi del rischio
- Analisi delle risorse
- Decisione sul prosieguo

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Organizzazione del progetto	- Nomina del capo progetto - Proposta di organizzazione del progetto - Registrazione dei dati di base nel sistema di gestione dei documenti e nel TD-COST	

Descrizione e visualizzazione	- Procedura:
	  - prova della necessità
	  - condizioni quadro
	  - analisi generale con problemi e ostacoli principali
	  - procedura prevista
	  - valutazione dei rischi
	- Lista dei documenti di base legati al progetto
		- Elaborazione del documento "Procedura"
		- Decisioni sulle SoMa
		- Definizione del perimetro del progetto
		- Definizione della struttura del progetto
		- Compilazione dei documenti esistenti (secondo la lista dei documenti di base legati al progetto)
		- Ev. coordinamento con il GP	

Costi / finanziamento	- Stima generale dei costi	- Definizione dei registri per sistemazione, manutenzione o eliminazione dei problemi di capacità	
Scadenze	- Programma generale delle scadenze per tutte le fasi	- Stima o definizione delle tappe principali	
Chiusura fase		- Approvazione della "Pianificazione EK" secondo RFC (ev. insieme a GP)	

Documenti di base EK

Documenti di base:
- Piano procedurale
- Lista dei documenti di base legati al progetto
- Dati relativi allo stato attuale delle infrastrutture forniti dalle applicazioni MISTRA

Obiettivi:
- Acquisire, preparare e mettere a disposizione tutti i documenti necessari per la progettazione EK

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Quaderno d'oneri: elaborazione dei documenti di base	- Aggiudicazione dei rilievi o delle analisi necessari	- Quaderno d'oneri per i rilievi o le analisi necessari - Elaborazione dei documenti d'appalto
Descrizione e visualizzazione	- Lista dei documenti di base legati al progetto - Piano sinottico - Rapporti sullo stato o protocolli	- Messa a disposizione di tutti i dati e i documenti (vedi lista dei documenti legati al progetto) - Lista delle misure eseguite - Decisioni sulle SoMa	- Compilazione dei documenti forniti dal committente (vedi lista dei documenti legati al progetto) - Domanda dei documenti mancanti presso la Confederazione, il Cantone o terzi - Analisi dei documenti creati da rilievi o analisi in situ - Se necessario, preparazione dei documenti affinché si possano mettere a disposizione in A1.3 come base per la progettazione - Elaborazione di un piano sinottico - Allestimento di un dossier dei documenti di base esistenti
Costi / finanziamento		- Definizione dei costi	
Scadenze		- Allestimento di un piano delle scadenze	
Chiusura fase		- Nessuna approvazione necessaria	

Progettazione EK

Documenti di base:
- Procedura secondo Pianificazione EK
- Documenti di base EK

Obiettivi:
- Elaborazione di una visione d'insieme del progetto di conservazione
- Controllo delle motivazioni del progetto
- Definizione degli obiettivi, del perimetro e della tempistica del progetto
- Identificazione delle correlazioni con altri progetti
- Definizione dell'organizzazione del progetto
- Definizione dei principi operativi
- Valutazione della fattibilità, valutazione dei rischi del progetto
- Definizione delle varianti strategiche
- Studio d'opportunità ed efficienza economica delle varianti strategiche
- Definizione dei progetti esecutivi necessari
- Indicazione delle ÜMa
- Identificazione e messa in atto delle SoMa
- Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive
- Applicazione della legge federale sulla protezione dell'ambiente

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Manuale di progetto	- Direzione generale (DG) dell'EP - Definizione delle strutture dell'EP in accordo con il controllo degli investimenti - Ev. ricorso a ingegneri verificatori - Direzione del PQM - Allestimento di un giornale di progetto - Elaborazione o aggiornamento del manuale di progetto - Organizzazione di riunioni	- Controllo e aggiornamento dell'organizzazione del progetto, dei quaderni d'oneri, ecc. - Elaborazione e aggiornamento del PQM - Coordinamento tecnico e collaborazione con la direzione generale del progetto - Proposta di ricorrere a specialisti - Ev. coinvolgimento degli uffici federali, dei servizi cantonali, dei comuni o di terzi
Descrizione e visualizzazione	**Piano degli oggetti d'inventario** - Piano d'insieme di tutti gli oggetti d'inventario numerati e strutturati secondo T/U, K, T/G, BSA e sistemazione o manutenzione - Piano di approvazione - Indicazione del perimetro del progetto	- Definizione del perimetro del progetto, degli oggetti e delle sottotratte - Conferma della ripartizione degli oggetti per la manutenzione e la sistemazione	- Controllo del perimetro del progetto e valutazione degli oggetti d'inventario interessati - Proposta di una divisione del perimetro in sottotratte / lotti - Lista degli oggetti da risanare (MK) - Lista degli oggetti da sistemare (AP) - Proposta del piano di approvazione
	Documenti di base - Domanda di rilievi o analisi supplementari in situ - Risultati dei rilievi o analisi supplementari	- Decisione relativa alle analisi supplementari necessarie	- Valutazione dei documenti e controllo della loro esaustività, domanda di rilievi o analisi supplementari (rilievi di stato, acquisizione di dati, ecc.) - Analisi dei documenti creati da rilievi o analisi - Riassunto degli accertamenti supplementari da effettuare per l'elaborazione del piano di intervento MK
	Convenzione d'utilizzazione - Bozza di convenzione d'utilizzazione	- Controllo e completamento della bozza di convenzione d'utilizzazione - Approvazione e firma del documento	- Elaborazione di una bozza di convenzione d'utilizzazione - Lista della durata d'utilizzazione o della durata d'utilizzazione restante dei differenti oggetti o parti di essi - Approvazione e firma del documento
	Progettazione / Analisi - Dossier di sintesi - Analisi del problema - Sintesi dei costi, opzioni strategiche - Gestione e sviluppo del traffico per il futuro (UPlaNS attuale e successivo) - Paragone delle varianti - Domanda di scelta delle varianti e prosieguo	- Accompagnamento tecnico durante l'elaborazione dell'EK - Esigenze relative alla gestione del traffico - Decisione sulla gestione del traffico - Accompagnamento tecnico per la scelta delle varianti - Decisioni sui criteri di valutazione e relativa ponderazione - Decisione sulle varianti strategiche	- Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive - Proposte di gestione del traffico durante i lavori (4/0, 3/1, ecc., deviazioni, misure collaterali, ecc.) - Elaborazione dei disegni relativi alla costruzione, ai materiali, agli equipaggiamenti e all'ambiente - Coordinamento dei disegni dei differenti ambiti tecnici - Allestimento di un rapporto di analisi - Applicazione delle esigenze relative all'ambiente e agli incidenti rilevanti (OPIR) - Coordinamento temporaneo / geografico con gli altri EP e progetti di terzi - Compilazione dei documenti di base, risultati e decisioni - Riassunto dei passi successivi e dei

			punti in sospeso - Definizione delle varianti strategiche per il progetto di conservazione - Lista delle opzioni strategiche - Valutazione delle varianti con fattori economici, ecologici, d'opportunità e di fattibilità (= valutazione delle opzioni strategiche) - Valutazione dei rischi e delle opportunità
	SoMa e ÜMa - Domanda di SoMa - Domanda di ÜMa	- Decisione su SoMa e ÜMa	- Indicazione delle SoMa - Indicazione delle ÜMa necessarie per garantire la funzionalità fino alla realizzazione delle misure
	Dossier di progetto EK - Vedi FHB: Contenuto dossier EK	- Definizione dell'indice e controllo del dossier di progetto EK	- Elaborazione del dossier di progetto tenendo conto dei documenti determinanti - Riassunto dei passi successivi e delle questioni in sospeso
Costi / finanziamento	- Stima dei costi secondo il controllo degli investimenti - Ripartizione in rubriche - Chiave di ripartizione dei costi	- Definizione dei costi - Determinazione dei costi d'acquisto del terreno - Negoziazione della chiave di ripartizione - Controllo dei costi secondo TD-COST	- Determinazione dei costi secondo la direttiva di controllo degli investimenti - Ripartizione nei registri sistemazione / manutenzione / eliminazione dei problemi di capacità - Definizione della chiave di ripartizione
Scadenze	- Piano di svolgimento e scadenzario (progettazione - approvazione - realizzazione)	- Definizione delle scadenze	- Allestimento di un programma - Allestimento di un piano d'approvazione con tutti i passi procedurali
Chiusura fase	- Approvazione dell'EK da parte del capo della divisione I dell'USTRA	- Approvazione dell'EK	

Piano di intervento MK

Pianificazione MK

Documenti di base:
- EK approvato, compresi i documenti di base

Obiettivi:
- Analisi del mandato
- Analisi del rischio
- Analisi delle risorse
- Decisione sul prosieguo

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Organizzazione del progetto	- Nomina del capo progetto - Controllo/adattamento dell'organizzazione del progetto - Registrazione dei dati di base nel sistema di gestione dei documenti e nel TD-COST	

Descrizione e visualizzazione	- Procedura:
	  - Prova della necessità
	  - Condizioni quadro
	  - Analisi generale con problemi e ostacoli principali
	  - Procedura prevista
	  - Valutazione dei rischi
	- Lista dei documenti di base legati al progetto
		- Elaborazione del documento "Procedura"
		- Decisioni sulle SoMa
		- Definizione del perimetro del progetto
		- Definizione della struttura del progetto
		- Compilazione dei documenti esistenti (secondo la lista dei documenti di base legati al progetto)	

Costi / finanziamento	- Stima dei costi	- Definizione dei registri per sistemazione, manutenzione o eliminazione dei problemi di capacità	
Scadenze	- Programma generale delle scadenze per tutte le fasi	- Stima o definizione delle tappe principali	
Chiusura fase		- Approvazione "Pianificazione MK"	

Documenti di base MK

Documenti di base:
- Procedura Pianificazione MK
- Lista dei documenti di base legati al progetto
- Dati relativi allo stato attuale delle infrastrutture forniti dalle applicazioni MISTRA

Obiettivi:
- Acquisire, preparare e mettere a disposizione tutti i documenti necessari per la progettazione MK

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Elaborazione dei documenti d'appalto - Quaderno d'oneri: elaborazione dei documenti di base	- Aggiudicazione dei rilievi o delle analisi necessari	- Quaderno d'oneri per i rilievi o le analisi necessari - Elaborazione dei documenti d'appalto
Descrizione e visualizzazione	- Lista dei documenti di base legati al progetto - Piano sinottico - Rapporti sullo stato o protocolli	- Messa a disposizione di tutti i dati e i documenti (vedi lista dei documenti legati al progetto) - Lista delle misure eseguite - Decisioni sulle SoMa	- Compilazione dei documenti forniti dal committente (vedi lista dei documenti legati al progetto) - Domanda dei documenti mancanti presso Confederazione, Cantone, terzi - Analisi dei documenti creati da rilievi o analisi in situ - Se necessario, preparazione dei documenti affinché si possano mettere a disposizione come base per la progettazione MK - Adattamento del piano sinottico - Allestimento di un dossier dei documenti di base esistenti
Costi / finanziamento		- Approvazione dei costi	
Scadenze		- Allestimento di uno scadenzario	
Chiusura fase		- Nessuna approvazione necessaria	

Progettazione MK

Documenti di base:
- EK approvato secondo Progettazione EK
- Ev. GP approvato secondo Progettazione GP
- Procedura secondo Pianificazione MK
- Documenti di base MK

Obiettivi:
- Controllo degli obiettivi, del perimetro e delle scadenze del progetto
- Controllo delle correlazioni con altri progetti
- Controllo dell'organizzazione del progetto
- Controllo dei principi operativi
- Elaborazione di soluzioni progettuali per ogni oggetto d'inventario
- Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive
- Valutazione della fattibilità, valutazione dei rischi del progetto
- Definizione delle varianti tecniche
- Studio d'opportunità ed efficienza economica delle varianti tecniche
- Indicazione delle ÜMa
- Identificazione e messa in atto delle SoMa
- Applicazione della legge federale sulla protezione dell'ambiente

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Manuale di progetto	- Direzione generale (DG) dell'MK - Definizione delle strutture dell'MK in accordo con il controllo degli investimenti - Direzione del PQM - Ev. ricorso a esperti / ingegneri verificatori - Allestimento di un giornale di progetto - Aggiornamento del manuale di progetto - Organizzazione di riunioni	- Controllo e aggiornamento dell'organizzazione del progetto, dei quaderni d'oneri, ecc. - Aggiornamento del PQM - Coordinamento tecnico e collaborazione con la direzione generale del progetto
Descrizione e visualizzazione	**Piano degli oggetti d'inventario** - Piano d'insieme di tutti gli oggetti d'inventario numerati e strutturati secondo T/U, K, T/G, BSA e sistemazione o manutenzione - Piano di approvazione - Indicazione del perimetro del progetto	- Definizione del perimetro del progetto, degli oggetti e delle sottotratte - Conferma della ripartizione degli oggetti per la manutenzione e la sistemazione	- Controllo del perimetro del progetto e valutazione degli oggetti d'inventario interessati - Lista degli oggetti da risanare (MP) - Lista degli oggetti da sistemare (DP) - Adattamento del piano di approvazione
	Documenti di base - Domanda di rilievi o analisi supplementari in situ - Risultati dei rilievi o analisi supplementari	- Decisione relativa alle analisi supplementari necessarie	- Valutazione dei documenti e controllo della loro esaustività, domanda di rilievi o analisi supplementari (rilievi di stato, acquisizione di dati, ecc.) - Valutazione dei rilievi o analisi supplementari - Riassunto degli accertamenti supplementari da effettuare per l'elaborazione del piano di intervento MK
	Convenzione d'utilizzazione e base di progetto - Convenzione d'utilizzazione - Base di progetto	- Controllo e completamento della convenzione d'utilizzazione - Firma della convenzione d'utilizzazione - Presa di conoscenza e validazione della base di progetto	- Controllo e aggiornamento della convenzione d'utilizzazione - Definizione della durata d'utilizzazione o della durata d'utilizzazione restante dei differenti oggetti o parti di essi - Elaborazione della bozza della base di progetto
	Progettazione / Analisi - Dossier di sintesi - Analisi dettagliata del problema - Presentazione della gestione del traffico durante i lavori di rimessa in funzione - Se necessario, analisi della fattibilità delle misure proposte - Se necessario, rapporto di prova - In caso di varianti, presentazione delle soluzioni possibili, dei documenti utili per la presa di decisione, incl. criteri di valutazione	- Accompagnamento tecnico durante l'elaborazione dell'MK - Esigenze relative alla gestione del traffico - Decisione sulla gestione del traffico - Presa di decisione in seguito alla presa di conoscenza dei rapporti di prova - Accompagnamento tecnico per la scelta delle varianti - Decisioni sui criteri di valutazione e relativa ponderazione - Approvazione delle soluzioni tecniche	- Coordinamento dell'MK con gli AP - Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive - Definizione della fattibilità dei compiti complessi - Controllo della fattibilità delle prescrizioni in materia di gestione del traffico, indicazione delle ripercussioni relative alla necessità di spazio e ai costi - Presentazione della gestione del traffico per le fasi di costruzione (4/0, 3/1, ecc., deviazioni, misure di collaterali, ecc.) - Riassunto delle varianti tecniche con proposta di scelta della variante (ad es. analisi costi-benefici) - Applicazione delle esigenze relative all'ambiente e agli incidenti rilevanti

			(OPIR) - Elaborazione dei disegni relativi alla costruzione, ai materiali, agli equipaggiamenti e all'ambiente - Coordinamento dei disegni dei differenti ambiti tecnici - Allestimento di un rapporto di analisi - Compilazione dei documenti di base, risultati e decisioni - Riassunto dei passi successivi e dei punti in sospeso
	SoMa e ÜMa - Domanda di SoMa - Domanda di ÜMa	- Decisione sulle SoMa e ÜMa	- Indicazione delle SoMa - Indicazione delle ÜMa necessarie per garantire la funzionalità fino alla realizzazione delle misure
	Dossier di progetto MK - Vedi FHB: Contenuto dossier MK	- Definizione dell'indice e controllo del dossier di progetto MK	- Allestimento del dossier di progetto
Costi / finanziamento	- Preventivo - Confronto dei costi EK / MK	- Definizione dei costi - Controllo dei costi secondo TD-COST	- Determinazione dei costi secondo la direttiva di controllo degli investimenti - Confronto dei costi tra EK e MK - Giustificazione delle differenze relative all'EK - Ripartizione dei costi nei registri sistemazione / manutenzione / eliminazione dei problemi di capacità - Indicazione della chiave di ripartizione
Scadenze	- Piano di svolgimento e scadenzario (progettazione - approvazione - realizzazione)	- Definizione delle scadenze	- Allestimento di un programma - Allestimento di un piano d'approvazione con tutti i passi procedurali
Chiusura fase	- Approvazione dell'MK da parte del capo della divisione I dell'USTRA	- Approvazione dell'MK	

Progetto di intervento MP

Documenti di base:
- Documenti di base MK
- MK approvato secondo Progettazione MK

Obiettivi:
- Pianificazione delle misure (incl. dettagli tecnici) destinate a eliminare i danni, i pericoli e le lacune. In particolare indicazione dettagliata delle misure di protezione per evitare nuovi danni.
- Elaborazione dei documenti di base (rapporto tecnico, disegni, dettagli) per la gara d'appalto
- Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive
- Garanzia di qualità e convenienza economica
- Allestimento del programma di costruzione dettagliato
- Applicazione delle leggi sulla protezione dell'ambiente e sulla prevenzione degli incidenti rilevanti, ecc.
- Identificazione e messa in atto delle SoMa

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Manuale di progetto	- Direzione generale - Direzione del PQM - Ev. ricorso a ingegneri verificatori - Allestimento di un giornale di progetto - Organizzazione di riunioni - Elaborazione o aggiornamento del manuale di progetto	- Controllo e aggiornamento dell'organizzazione del progetto, dei quaderni d'oneri e delle delimitazioni previste nell'MK - Coordinamento tecnico e collaborazione con la direzione generale del progetto
Descrizione e visualizzazione	**Documenti di base** - Domanda di rilievi o analisi supplementari in situ - Risultati dei rilievi o analisi supplementari	- Decisione relativa alle analisi supplementari necessarie	- Valutazione dei documenti e controllo della loro esaustività, domanda di rilievi o analisi supplementari (rilievi di stato, acquisizione di dati, ecc.) - Valutazione dei rilievi o analisi supplementari
	Convenzione d'utilizzazione e base di progetto - Convenzione d'utilizzazione - Base di progetto	- Firma della convenzione d'utilizzazione aggiornata - Presa di conoscenza della base di progetto aggiornata	- Controllo e aggiornamento della convenzione d'utilizzazione e della base di progetto
	Progettazione / Analisi - Ev. rapporto di prova	- Accompagnamento tecnico durante l'elaborazione dell'MP - Presa di conoscenza di eventuali rapporti di prova e presa di relative decisioni	- Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive - Applicazione delle esigenze relative all'ambiente e agli incidenti rilevanti - Sistemazione e applicazione dei disegni in seguito alle decisioni del committente - Definizione della fattibilità dei compiti complessi con gli specialisti (ad es. impresa di costruzione) - Coordinamento dei progetti dei differenti ambiti tecnici - Allestimento di tutti i disegni, giustificativi e rapporti necessari per la variante scelta - Pianificazione di tutti i lavori sullo spazio stradale che ostacolano il traffico durante il periodo fissato nel quadro del piano di gestione del traffico
	SoMa - Domanda di SoMa	- Decisione sulle SoMa	- Indicazione delle SoMa
	Dossier di progetto MP - Domanda di SoMa	- Definizione dell'indice e controllo del dossier di progetto MP	- Elaborazione del dossier di progetto
Costi / finanziamento	- Preventivo secondo controllo degli investimenti - Confronto dei costi tra MK e MP	- Definizione dei costi	- Elaborazione di un computo metrico estimativo - Elaborazione del preventivo per oggetto d'inventario secondo il controllo degli investimenti - Confronto dei costi tra MK e MP - Giustificazione delle differenze relative alla stima dei costi della fase di progetto precedente - Giustificazione dell'evoluzione dei costi
Scadenze	- Programma di costruzione dettagliato	- Definizione delle scadenze	- Elaborazione del programma di costruzione
Chiusura fase	- Approvazione degli MP da parte dell'USTRA secondo RFC	- Approvazione degli MP	

Progetto generale GP

Pianificazione GP

Documenti di base:
- Documento di mandato della direzione dell'ufficio
- Studio preliminare (studio d'opportunità)
- Prescrizioni della divisione reti stradali
- Ev. piano globale di conservazione

Obiettivi:
- Ev. coordinamento con pianificazione EK secondo Pianificazione EK
- Analisi del mandato
- Analisi del rischio
- Analisi delle risorse
- Decisione sul prosieguo

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Organizzazione del progetto	- Nomina del capo progetto - Proposta di organizzazione del progetto - Registrazione dei dati di base nel sistema di gestione dei documenti e nel TD-COST	

Descrizione e visualizzazione	- Procedura:
	  - Prova della necessità
	  - Condizioni quadro
	  - Analisi generale con problemi e ostacoli principali
	  - Procedura prevista
	  - Valutazione dei rischi
	- Lista dei documenti di base legati al progetto
		- Elaborazione del documento "Procedura"
		- Definizione del perimetro del progetto
		- Definizione della struttura del progetto
		- Compilazione dei documenti esistenti (secondo la lista dei documenti di base legati al progetto)
		- Ev. coordinamento con EK	

Costi / finanziamento	- Stima generale dei costi	- Definizione dei registri della sistemazione, manutenzione o eliminazione dei problemi di capacità	
Scadenze	- Programma generale delle scadenze per tutte le fasi	- Stima o definizione delle tappe principali	
Chiusura fase		- Approvazione della "Pianificazione GP" secondo RFC (ev. in contemporanea con l'EK)	

Progettazione GP

Documenti di base:
- Procedura secondo Pianificazione GP
- Documenti di base secondo Pianificazione GP

Obiettivi:
- Attuazione mandato della direzione dell'ufficio
- Progetto generale secondo LSN
- Garanzia della fattibilità

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Manuale di progetto	- Direzione generale GP - Definizione delle strutture dell'EP in accordo con il controllo degli investimenti - Coordinamento con gli uffici e altri servizi - Ev. ricorso a esperti - Direzione del PQM - Allestimento di un giornale di progetto - Elaborazione o aggiornamento del manuale di progetto - Organizzazione di riunioni	- Controllo e aggiornamento dell'organizzazione del progetto, dei quaderni d'oneri e delle delimitazioni previste nella fase di pianificazione EK (se disponibile) - Elaborazione e aggiornamento del PQM - Coordinamento tecnico e collaborazione con la direzione generale del progetto - Proposta di ricorrere a specialisti - Ev. coinvolgimento degli uffici federali, dei servizi cantonali, dei comuni o di terzi
Descrizione e visualizzazione	- Documenti di base - Domanda di rilievi o analisi supplementari in situ - Risultati dei rilievi o analisi supplementari	- Decisione relativa alle analisi supplementari necessarie	- Valutazione dei documenti e controllo della loro esaustività, domanda di rilievi o analisi supplementari (accertamenti geologici/geotecnici, acquisizione di dati, ecc.) - Analisi dei documenti creati da rilievi o analisi

			- Riassunto degli accertamenti supplementari da effettuare per l'elaborazione dell'AP
	Convenzione d'utilizzazione - Bozza di convenzione d'utilizzazione	- Controllo e completamento della bozza di convenzione d'utilizzazione	- Elaborazione della bozza di convenzione d'utilizzazione
	Progettazione / Analisi - Analisi del problema - Sintesi dei costi, opzioni strategiche - Gestione e sviluppo del traffico per il futuro (ev. UPlaNS attuale e successivo) - Confronto delle varianti - Domanda di scelta delle varianti e prosieguo	- Accompagnamento tecnico durante l'elaborazione del GP - Esigenze relative alla gestione del traffico - Decisione sulla gestione del traffico - Accompagnamento tecnico per la scelta delle varianti - Decisioni sui criteri di valutazione e relativa ponderazione - Approvazione delle soluzioni tecniche - Scelta della variante	- Proposte relative alla gestione e allo sviluppo del traffico per il futuro (ev. UPlaNS attuale e successivo) - Coordinamento dei disegni dei differenti ambiti tecnici - Allestimento di un rapporto di analisi - Elaborazione di un RIA, 2a tappa, con le misure necessarie e complementari e relativo influsso sui costi - Compilazione dei documenti di base, risultati e decisioni - Controllo di tutti gli elementi importanti del GP quali il tracciato, compresi i tratti sotterranei e a cielo aperto, i raccordi, comprese le rispettive entrate e uscite, le opere di intersezione e il numero di corsie, tenendo conto delle prescrizioni e dello studio preliminare - Controllo della conformità alle norme e direttive - Controllo della fattibilità
	Dossier di progetto GP - Vedi FHB: Contenuto dossier GP	- Controllo del dossier GP	- Elaborazione del dossier di progetto tenendo conto dei documenti determinanti
Costi / finanziamento	- Stima dei costi secondo il controllo degli investimenti - Ripartizione in registri - Chiave di ripartizione dei costi	- Definizione dei costi - Definizione della chiave di ripartizione - Controllo dei costi secondo TD-COST	- Determinazione dei costi di costruzione, manutenzione ed esercizio secondo le direttive di controllo degli investimenti - Ripartizione nei registri sistemazione / eliminazione dei problemi di capacità - Definizione della chiave di ripartizione
Scadenze	- Piano di svolgimento e scadenzario (progettazione - approvazione - realizzazione)	- Definizione delle scadenze	- Definizione di un programma realistico tenendo conto di tutti i passi procedurali
Chiusura fase	- Approvazione del GP da parte del Consiglio Federale	- Validazione del GP e preparazione del decreto del Consiglio Federale	

Progetto esecutivo AP

Pianificazione AP

Documenti di base:
- Ev. GP approvato secondo Progettazione GP
- Ev. piano globale di conservazione secondo Progettazione EK

Obiettivi:
- Coordinamento con pianificazione MK secondo Pianificazione MK
- Analisi del mandato
- Analisi del rischio
- Analisi delle risorse
- Decisione sul prosieguo

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Organizzazione del progetto	- Nomina del capo progetto - Proposta di un'organizzazione del progetto - Registrazione dei dati di base nel sistema di gestione dei documenti e nel TD-COST	

Descrizione e visualizzazione	- Procedura:
	  - Prova della necessità
	  - Condizioni quadro
	  - Analisi generale con problemi e ostacoli principali
	  - Procedura prevista
	  - Valutazione dei rischi
	- Lista dei documenti di base legati al progetto
		- Elaborazione del documento "Procedura"
		- Definizione del perimetro del progetto
		- Definizione della struttura del progetto
		- Compilazione dei documenti esistenti (secondo la lista dei documenti di base legati al progetto)
		- Coordinamento con EK	

Costi / finanziamento	- Stima generale dei costi	- Definizione dei registri della sistemazione, manutenzione o eliminazione dei problemi di capacità	
Scadenze	- Programma generale delle scadenze per tutte le fasi	- Stima o definizione delle tappe principali	
Chiusura fase		- Approvazione della "Pianificazione AP" secondo RFC (ev. in contemporanea con l'MK)	

Progettazione AP

Documenti di base:
- Procedura secondo Pianificazione AP
- Documenti di base secondo Pianificazione AP

Obiettivi:
- Progetto esecutivo secondo LSN (piano vincolante per i proprietari fondiari)

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Manuale di progetto	- Direzione generale (DG) dell'AP - Definizione delle strutture dell'AP in accordo con il controllo degli investimenti - Coordinamento con gli uffici e altri servizi - Direzione del PQM - Allestimento di un giornale di progetto - Elaborazione o aggiornamento del manuale di progetto - Organizzazione di riunioni - Informazione del capo progetto al progettista sullo svolgimento dell'AP (secondo classeur blu dell'USTRA)	- Controllo e aggiornamento dell'organizzazione del progetto, dei quaderni d'oneri e delle delimitazioni previste nella fase di pianificazione MK (se disponibile) - Elaborazione e aggiornamento del PQM - Coordinamento tecnico e collaborazione con la direzione generale del progetto - Proposta di ricorrere a specialisti - Coinvolgimento degli uffici federali, dei servizi cantonali, dei comuni, ev. di terzi
Descrizione e visualizzazione	**Documenti di base** - Domanda di rilievi o analisi supplementari in situ - Risultati dei rilievi o analisi supplementari	- Decisione relativa alle analisi supplementari necessarie	- Valutazione dei documenti e controllo della loro esaustività, domanda di rilievi o analisi supplementari (accertamenti geologici/geotecnici, acquisizione di dati, ecc.) - Analisi dei documenti creati da rilievi o analisi

			- Riassunto degli accertamenti supplementari da effettuare per l'elaborazione del DP
	Convenzione d'utilizzazione e base di progetto - Convenzione d'utilizzazione - Base di progetto	- Controllo e completamento della convenzione d'utilizzazione - Firma della convenzione d'utilizzazione - Presa di conoscenza e validazione della base di progetto	- Controllo e aggiornamento della convenzione d'utilizzazione - Elaborazione della bozza della base di progetto
	Progettazione / Analisi - Analisi del problema - Piano di approvazione / Lista dei DP	- Accompagnamento tecnico durante l'elaborazione dell'AP - Accompagnamento tecnico per la scelta delle varianti - Approvazione delle soluzioni tecniche (scelta della variante) - Validazione del dossier AP - Elaborazione della lista dei DP	- Coordinamento dei disegni dei differenti ambiti tecnici - Allestimento di un rapporto di analisi - Controllo della conformità alle norme e direttive - Riassunto delle principali varianti analizzate con giustificazione della soluzione scelta - Riassunto delle prese di posizione e decisioni dei rappresentanti di tutti i servizi competenti implicati regolarmente nel giornale di progetto - Lista delle opere che richiedono un'approvazione del DP, in allegato al dossier di approvazione - Analisi delle varianti e delle possibili soluzioni per tutti gli oggetti d'inventario - Proposta di scelta della variante - Elaborazione delle misure previste dalla legge e di tutte le misure collaterali necessarie - Elaborazione di un RIA, 3ª tappa, con le misure necessarie e complementari corredate dall'analisi del relativo impatto sui costi e con il quaderno d'oneri per il supporto ambientale / progettuale in fase di progettazione / costruzione e per un eventuale controllo dei risultati - Elaborazione di una relazione ambientale per i progetti non soggetti all'EIA
	Pubblicazione	- Accompagnamento per la procedura - Pubblicazione in collaborazione con il Cantone - Presa di posizione sui ricorsi - Decisione relativa alle modifiche di progetto in seguito ai ricorsi	- Supporto tecnico e amministrativo del committente durante lo svolgimento della procedura - Presa di posizione sui ricorsi o sulle prese di posizione di altri servizi competenti - Riunioni informative e documentazione di ogni genere - Partecipazione alle riunioni e alle manifestazioni
	Dossier di progetto AP - Vedi FHB: Contenuto dossier AP	- Controllo del dossier AP	- Elaborazione del dossier di progetto
	Altri documenti - Dossier di sintesi / Piano di approvazione (in presenza di EP) - Perimetro SN: piano di acquisto del terreno (compresi perimetro e allineamenti nuovi e vecchi), rapporto succinto, presa di posizione EP - Convenzione d'utilizzazione - Base di progetto - Studio di varianti - Calcoli statici / Predimensionamento	- Approvazione della lista dei DP - Approvazione del perimetro SN	- Allestimento di altri documenti a supporto della fattibilità tecnica delle soluzioni scelte e ai fini della tracciabilità delle decisioni prese - Verbali di riunione rilevanti - Studio di varianti strategiche (se non è stato fatto nell'EK) - Citazione di oggetti comparabili - Calcoli statici / Predimensionamento
Costi / finanziamento	- Preventivo secondo controllo degli investimenti - Ripartizione in registri - Chiave di ripartizione dei costi	- Definizione dei costi - Definizione della chiave di ripartizione - Controllo dei costi secondo il controllo degli investimenti - TD-COST	- Determinazione dei costi di costruzione, manutenzione ed esercizio secondo le direttive di controllo degli investimenti

			- Ripartizione nei registri sistemazione / eliminazione dei problemi di capacità - Proposta di chiave di ripartizione - Giustificazione delle differenze relative al GP
Scadenze	- Piano di svolgimento e delle scadenze (progettazione - approvazione - realizzazione)	- Definizione delle scadenze	- Definizione di un programma realistico tenendo conto di tutti i passi procedurali
Chiusura fase	- Decisione d'approvazione dei disegni definitivi		

Progetto di dettaglio DP

Documenti di base:
- AP definitivo secondo Progettazione AP
- Lista dei DP secondo Progettazione AP
- Convenzione d'utilizzazione secondo Progettazione AP
- Base di progetto secondo Progettazione AP

Obiettivi:
- Elaborazione dei documenti di base (rapporto tecnico, disegni, dettagli) per la gara d'appalto
- Descrizione dei dettagli di realizzazione e dei dettagli tecnici
- Indicazione dei rischi e delle misure da intraprendere
- Garanzia di qualità e di convenienza economica
- Allestimento del programma di costruzione dettagliato
- Applicazione delle leggi sulla protezione dell'ambiente e sulla prevenzione degli incidenti rilevanti, ecc.

Ambiti di prestazione	Risultati attesi / documenti	Prestazioni e decisioni del committente e BHU	Prestazioni generali del progettista
Organizzazione e amministrazione	- Manuale di progetto	- Direzione generale - Direzione del PQM - Ev. ricorso a ingegneri verificatori - Allestimento di un giornale di progetto - Elaborazione o aggiornamento del manuale di progetto - Organizzazione di riunioni	- Controllo e aggiornamento dell'organizzazione del progetto - Coordinamento tecnico e collaborazione con la direzione generale del progetto
Descrizione e visualizzazione	**Documenti di base** - Domanda di rilievi o analisi supplementari in situ - Risultati dei rilievi o analisi supplementari	- Decisione relativa alle analisi supplementari necessarie	- Valutazione dei documenti e controllo della loro esaustività, domanda di rilievi o analisi supplementari (accertamenti geologici/geotecnici, acquisizione di dati, ecc.) - Analisi dei documenti creati da rilievi o analisi
	Convenzione d'utilizzazione e base di progetto - Convenzione d'utilizzazione - Base di progetto	- Firma della convenzione d'utilizzazione aggiornata - Presa di conoscenza e validazione della base di progetto aggiornata	- Controllo e aggiornamento della convenzione d'utilizzazione e della base di progetto
	Progettazione / Analisi - Basi decisionali relative alle varianti tecniche	- Accompagnamento tecnico durante l'elaborazione del DP - Verifica dell'attuazione delle condizioni previste nella procedura di approvazione dei disegni - Presa di conoscenza di eventuali rapporti di prova e presa di relative decisioni	- Elaborazione del DP tenendo conto delle condizioni poste dall'autorità di approvazione e di un eventuale quaderno d'oneri per il supporto alla progettazione dal punto di vista ecologico e progettuale - Indicazione delle differenze rispetto alle norme e direttive - Applicazione delle esigenze relative all'ambiente e agli incidenti rilevanti - Definizione della fattibilità dei compiti complessi con gli specialisti (ad es. impresa edile) - Coordinamento dei progetti dei differenti ambiti tecnici - Allestimento di tutti i disegni, giustificativi e rapporti necessari per la variante scelta - Pianificazione di tutti i lavori sullo spazio stradale che ostacolano il traffico durante il periodo fissato nel quadro del piano di gestione del traffico
	Dossier di progetto DP - Vedi FHB: Contenuto dossier DP	- Definizione dell'indice e controllo del dossier di progetto DP	- Elaborazione del dossier di progetto
Costi /	- Preventivo secondo controllo	- Definizione dei costi	- Elaborazione di un computo metrico

finanziamento	degli investimenti - Confronto dei costi tra AP e DP - Chiave di ripartizione dei costi - Ripartizione nei registri		estimativo - Elaborazione del preventivo per oggetto d'inventario secondo il controllo degli investimenti - Confronto dei costi tra AP e DP - Giustificazione delle differenze relative all'AP - Proposta di chiave di ripartizione - Ripartizione nei registri sistemazione / eliminazione dei problemi di capacità - Giustificazione dell'evoluzione dei costi
Scadenze	- Programma di costruzione dettagliato	- Definizione delle scadenze	- Elaborazione del programma di costruzione
Chiusura fase	- Approvazione del DP da parte dell'USTRA secondo RFC	- Approvazione del DP	

1 Descrizione

1.1 Aspetti generali

Il dossier di sintesi è parte integrante delle fasi di progetto EK e MK per i dossier dei progetti di conservazione (cfr. scheda 20 001-00002, cap. 6). L'elaborazione del dossier è normalmente a cura del settore specialistico Tracciato e ambiente).

1.2 Obiettivi

Scopo del dossier di sintesi è fornire una panoramica del progetto per poterne comprendere rapidamente l'ambito e i requisiti.

Per la linea gerarchica, il dossier di sintesi rappresenta un utile strumento per il processo decisionale nella fase di approvazione dei singoli progetti.

Il suddetto dossier non permette solo di avere una visione globale dell'intero progetto, ma offre anche la possibilità di effettuare un'analisi efficace e approfondita di un tema o di una parte del progetto.

Questo dossier assicura inoltre un coordinamento corretto ed esaustivo tra i quattro settori specialistici (T/U, K, BSA, T/G) e attesta la coerenza e la rilevanza del progetto, da un punto di vista tecnico e finanziario.

Il contenuto della documentazione acclusa nel dossier di sintesi si concentra sugli elementi di importanza decisiva per il progetto, fornendo tutti i dati e le informazioni richieste per una migliore comprensione.

La modalità di presentazione dei dati deve essere conforme ai requisiti contenutistici sotto enunciati e adattata in base alle esigenze del progetto (estensione, ambito, complessità, interfacce).

1.3 Composizione

Il dossier di sintesi si compone di tre parti: **rapporto di sintesi**, **carta d'identità del progetto di conservazione** ed **elaborati grafici di sintesi**.

1.3.1 Indice del dossier di sintesi

L'indice dei documenti contenuti nel dossier di sintesi è il seguente:

Allegato n. S1: Rapporto di sintesi
Allegato n. S2: Carta d'identità del progetto di conservazione
Allegato n. S3: Piano d'insieme / piano sinottico
Allegato n. S4: Carta delle problematiche
Allegato n. S5: Piano di approvazione

La sezione seguente descrive nel dettaglio le tre parti costituenti il dossier di sintesi.

2 Contenuto del dossier di sintesi

2.1 Rapporto di sintesi (Allegato n. S1)

2.1.1 Fase di progetto EK

Il rapporto di sintesi include quanto segue:

1.	Introduzione e giustificazione del progetto di conservazione	Max. 2xA4
2.	Ipotesi di base e condizioni a contorno, inclusi dati sulle fonti (ad es. decisione PSS n. XX del XX.XX.2012)	Max. 2xA4
3.	Sintesi globale e problematiche del piano	Max. 5xA4
4.	Attestazione del coordinamento tra i settori specialistici (T/U, K, BSA, T/G) (cfr. esempio di matrice di coordinamento tra i settori alla sez. 2.1.3)	Max. 1xA4
5.	Attestazione della coerenza tecnica e finanziaria del piano (proporzionalità)	Max. 2xA4
6.	Pianificazione generale	Max. 1xA4
7.	Sintesi T/U, K, BSA, T/G	
7.1	Sintesi T/U (stato attuale, verifica normativa, piano)	Max. 1xA4
7.2	Sintesi K (stato attuale, verifica normativa, piano)	Max. 1xA4
7.3	Sintesi BSA (stato attuale, verifica normativa, piano)	Max. 1xA4
7.4	Sintesi T/G (stato attuale, verifica normativa, piano)	Max. 1xA4
8.	Sintesi globale dei costi EK (cfr. esempio nella sez. 2.1.3)	Max. 2xA4
9.	Analisi dei rischi e delle opportunità (cfr. Documentazione ASTRA 89008)	variabile
10.	Elenco dei progetti esecutivi AP pianificati al livello EK	Max. 2xA4
11.	Accertamento del rispetto del programma di obiettivi annuali USTRA (Informazione reperibile presso il BL FU secondo il modello di approvazione EK)	Max. 1xA4
12.	Punti importanti da trattare per le fasi successive	Max. 2xA4
A1	Appendice 1 in base alle necessità	variabile

2.1.2 Fase di progetto MK

I contenuti sono praticamente identici a quelli elencati nella sezione precedente e si compongono degli elementi seguenti:

1.	Introduzione e giustificazione del progetto di conservazione	Max. 2xA4
2.	Ipotesi di base e condizioni a contorno, inclusi dati sulle fonti (ad es. decisione PSS n. XX del XX.XX.2012)	Max. 2xA4
3.	Sintesi globale e problematiche del piano	Max. 5xA4
4.	Attestazione del coordinamento tra i settori specialistici (T/U, K, BSA, T/G) (cfr. esempio di matrice di coordinamento tra i settori alla sez. 2.1.3)	Max. 1xA4
5.	Attestazione della coerenza tecnica e finanziaria del piano (proporzionalità)	Max. 2xA4
6.	Pianificazione generale	Max. 1xA4
7.	Sintesi T/U, K, BSA, T/G	
7.1	Sintesi T/U, incluso confronto delle misure previste con l'EK (stato attuale se necessario, verifica normativa se necessaria, piano)	Max. 1xA4
7.2	Sintesi K, incluso confronto delle misure previste con l'EK (stato attuale se necessario, verifica normativa se necessaria, piano)	Max. 1xA4
7.3	Sintesi BSA, incluso confronto delle misure previste con l'EK (stato attuale se necessario, verifica normativa se necessaria, piano)	Max. 1xA4
7.4	Sintesi T/G, incluso confronto delle misure previste con l'EK (stato attuale se necessario, verifica normativa se necessaria, piano)	Max. 1xA4
8.	Sintesi globale dei costi MK e confronto con EK, inclusa l'eventuale motivazione delle decisioni prese	Max. 2xA4
9.	Analisi dei rischi e delle opportunità (cfr. Documentazione ASTRA 89008)	variabile
10.	Sintesi dello stato dei progetti esecutivi AP	Max. 2xA4
11.	Accertamento del rispetto del programma di obiettivi annuali USTRA (Informazione reperibile presso il BL FU secondo il modello di approvazione EK)	Max. 1xA4
12.	Punti importanti da trattare per le fasi successive	Max. 2xA4
A1	Appendice 1 in base alle necessità	variabile

2.1.3 Precisazioni sui contenuti del rapporto di sintesi

§1 Introduzione e giustificazione del progetto di conservazione

Enumerare almeno gli elementi chiave del progetto dai quali si evince la necessità di risanamento (ad es. incidenti, deroghe dalla normativa vigente con impatto sulla sicurezza, stato del tratto, ecc.). I dati relativi al tratto interessato sono definiti nell'Allegato n. S2.

§4 Attestazione del coordinamento tra i quattro settori specialistici - matrice di coordinamento intersettoriale

Già all'inizio del progetto, la matrice di coordinamento deve essere uno strumento di lavoro atto a garantire un coordinamento intersettoriale ottimale ed evolutivo fino alla conclusione della fase di progettazione.
Nella sua forma definitiva presentata nel rapporto di sintesi raggruppa tutti i punti significativi sui quali i diversi settori specialistici o i progettisti hanno lavorato in modo coordinato durante l'elaborazione del progetto.
A seconda del progetto, potrebbe inoltre essere opportuno precisare i punti di coordinamento con uno o più progetti terzi.

ASTRA Fachbereiche	K	BSA	T/G	Drittprojekte
T/U	• Vereinheitlichung der Normalprofile • Normalprofil Fahrradweg (Lehnenkonstruktion) • Signalbrücken (Standort und Höhe) • Quergefälle • SABA (Sanierung, Anpassungen) • Fahrzeugrückhaltesysteme • Rohrblöcke (Standort) • Entwässerungsleitungen (Standort) • Brandschutz Leitungen (Standort) • Belagssorten • Schleppplatten	• Rohrblöcke (Standort) • Schächte (Standort) • Beleuchtung • Zentralen (Standort, Grundfläche, Energieversorgung) • Signalbrücken (dynamische Signalisation) • Ausrüstungsgrade • SABA (Energieversorgung der Anlagen) • Brandschutz	• Vereinheitlichung der Normalprofile • Fahrzeugrückhaltesysteme • Belagssorten • Vertikale Linienführung (harte Punkte) • Haltebuchten vor den Tunneln • Stapelbecken • Brandschutz Leitungen (Standort) • Rohrblöcke (Standort) • Zentralen (Standort, Grundfläche, Energieversorgung)	• XXXXXXXXXX • XXXXXXXXXX
K		• Rohrblöcke (Standort) • Schächte (Standort) • Signalbrücken (dynamische Signalisation) • Ausrüstungsgrade	• Vereinheitlichung der Normalprofile • Fahrzeugrückhaltesysteme • Vertikale Linienführung (harte Punkte) • Brandschutz Leitungen (Standort) • Rohrblöcke (Standort) • Trennwände	• XXXXXXXXXX • XXXXXXXXXX
BSA			• Rohrblöcke (Standort) • Fluchtstollen inkl. Türen • Lüftung • Beleuchtung • Signalisation • Zentralen (Standort, Grundfläche, Energieversorgung) • Kommunikation und Leittechnik • Kabelanlagen • Hydrantenheizungen, SOS-Nischen • Energieversorgung der Anlagen	• XXXXXXXXXX • XXXXXXXXXX
T/G				• XXXXXXXXXX • XXXXXXXXXX

§7 Sintesi T/U, K, BSA, T/G

Eventuali deroghe rispetto alle prescrizioni di norme, direttive, manuali tecnici e altre fonti vanno motivate in modo circostanziato nel dossier per il settore specialistico interessato.

§8 Sintesi globale dei costi

Questa sezione deve contenere obbligatoriamente i seguenti elementi:

- Costi di progettazione (P, *Projektierung*)
- Costi di realizzazione (R, *Realisierung*)
- Costi di acquisto terreni (L, *Landerwerb*)
- Differenziazione tra ampliamento (A, *Ausbau*) e manutenzione (U, *Unterhalt*)
- Base del prezzo (mese, anno)
- Precisione del prevenivo in base alla fase di progetto (cfr. scheda 20 001-00002, cap. 5)
- Ripartizione dei costi per ciascun settore (T/U, K, BSA, T/G) con indicazione della relativa percentuale

I costi imprevisti (10%) vanno aggiunti alla somma dei costi P+L+R. Va infine aggiunta l'imposta sul valore aggiunto (IVA).

Di seguito viene fornito un possibile esempio di rappresentazione dei costi:

ASTRA Fachbereich		Kosten exkl. Mwst					Total pro Fachbereich	
		P	R	L	A	U	CHF exkl. Mwst	%
T/U	Angaben pro Fachbereich	1'000'000 1'000'000 1'000'000 1'000'000 1'000'000	2'000'000 2'000'000 2'000'000 2'000'000 2'000'000	0 0 100'000 0 0	300'000 600'000 930'000 1'200'000 1'500'000	2'700'000 2'400'000 2'170'000 1'800'000 1'500'000	**15'100'000**	**22%**
K	Angaben pro Fachbereich	500'000 500'000 500'000 500'000 500'000	5'000'000 5'000'000 5'000'000 5'000'000 5'000'000	10'000 0 0 0 0	551'000 0 0 0 0	4'959'000 5'500'000 5'500'000 5'500'000 5'500'000	**27'510'000**	**40%**
BSA	Angaben pro Fachbereich	200'000 200'000 200'000 200'000 200'000	600'000 600'000 600'000 600'000 600'000	0 0 0 0 0	400'000 400'000 400'000 400'000 400'000	400'000 400'000 400'000 400'000 400'000	**4'000'000**	**6%**
T/G	Angaben pro Fachbereich	300'000 300'000 300'000 300'000 300'000	4'000'000 4'000'000 4'000'000 4'000'000 4'000'000	0 0 0 0 70'000	0 0 0 0 3'933'000	4'300'000 4'300'000 4'300'000 4'300'000 437'000	**21'570'000**	**32%**
TOTAL exkl. Mwst		**10'000'000**	**58'000'000** **68'180'000**	**180'000**	**11'014'000** **16%**	**57'166'000** **84%**		
Unvorgesehenes10%		1'000'000	5'800'000	18'000				
Zwischentotal		11'000'000	63'800'000	198'000				
Mwst 8%		880'000	5'104'000	15'840				
TOTAL inkl. Mwst		**11'880'000**	**68'904'000** **80'997'840**	**213'840**	**13'084'632** **16%**	**67'913'208** **84%**		

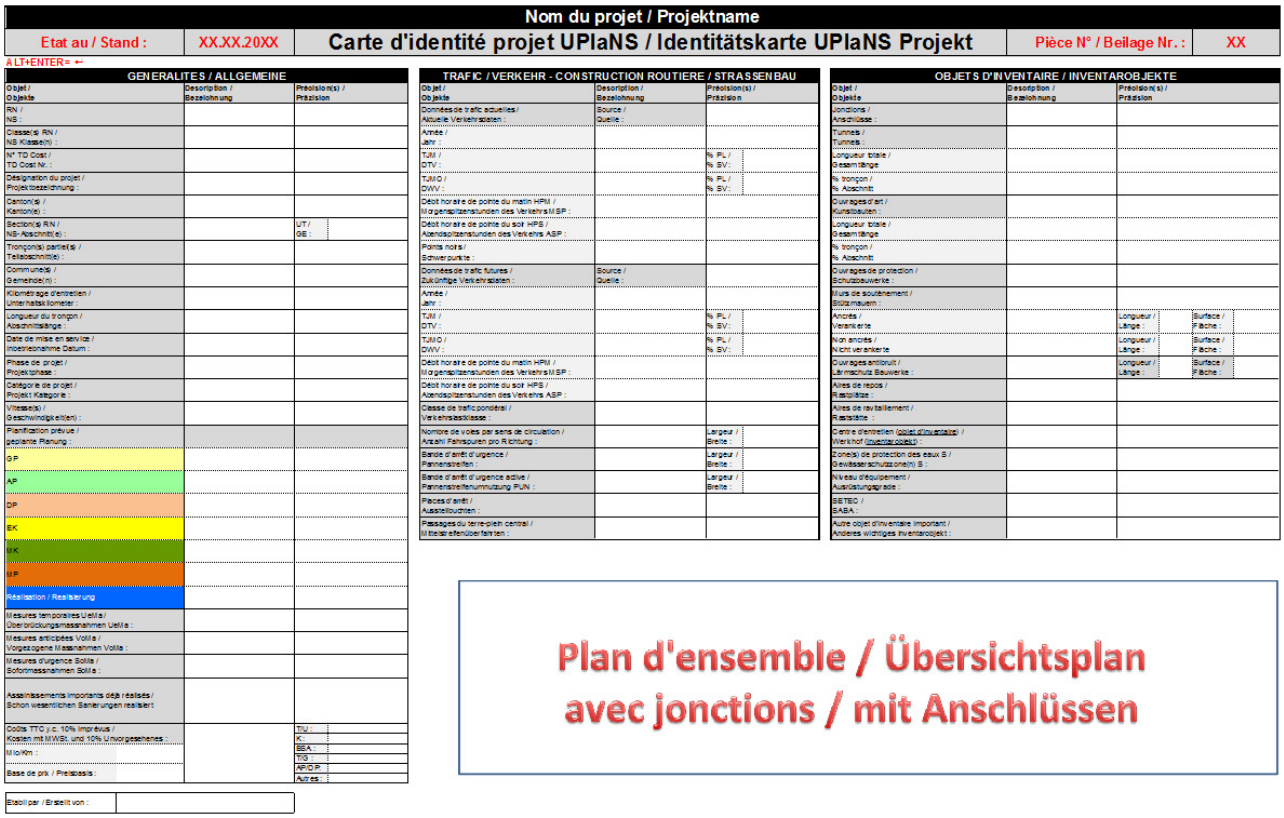
P : Projektierung
R : Realisierung
L : Landerwerb

A : Ausbau
U: Unterhalt

Preisbasis März 2012
Genauigkeit KV +/- 20% des gesamtes Betrags

2.2 Carta d'identità del progetto di conservazione (Allegato n. S2)

Questo documento è finalizzato a fornire un riepilogo sintetico di tutti gli elementi chiave del piano di conservazione (foglio A3). Non vanno riportati tutti gli elementi del progetto, ma solo quelli che risultano determinanti per il progetto nel suo insieme.
Gli elementi di rilevanza secondaria non vanno menzionati nel dossier di sintesi, ma devono essere obbligatoriamente descritti nei dossier dei singoli settori specialistici (T/U, K, BSA e T/G).



Nom du projet / Projektname

Etat au / Stand :	XX.XX.20XX	Carte d'identité projet UPlaNS / Identitätskarte UPlaNS Projekt	Pièce N° / Beilage Nr. :	XX

ALT+ENTER= ←

GENERALITES / ALLGEMEINE

Objet / Objekte	Description / Bezeichnung	Précision(s) / Präzision
RN / NS :		
Classe(s) RN / NS Klasse(n) :		
N° TD Cost / TD Cost Nr. :		
Désignation du projet / Projektbezeichnung :		
Canton(s) / Kanton(e) :		
Section(s) RN / NS-Abschnitt(e) :		UT / GE :
Tronçon(s) partiel(s) / Teilabschnitt(e) :		
Commune(s) / Gemeinde(n) :		
Kilométrage d'entretien / Unterhaltskilometer :		
Longueur du tronçon / Abschnittslänge :		
Date de mise en service / Inbetriebnahme Datum :		
Phase de projet / Projektphase :		
Catégorie de projet / Projekt Kategorie :		
Vitesse(s) / Geschwindigkeit(en) :		
Planification prévue / geplante Planung :		
GP		
AP		
DP		
EK		
EK		
MP		
Réalisation / Realisierung		
Mesures temporaires UeMa / Überbrückungsmassnahmen UeMa :		
Mesures anticipées VoMa / Vorgezogene Massnahmen VoMa :		
Mesures d'urgence SoMa / Sofortmassnahmen SoMa :		
Assainissements importants déjà réalisés / Schon wesentlichen Sanierungen realisiert		
Coûts TTC y.c. 10% imprévus / Kosten mit MWSt. und 10% Unvorgesehenes :		TU :
Mio/Km :		K :
		BSA :
		T/G :
Base de prix / Preisbasis :		AP/DP :
		Autres :

Etabli par / Erstellt von :

TRAFIC / VERKEHR - CONSTRUCTION ROUTIERE / STRASSENBAU

Objet / Objekte	Description / Bezeichnung	Précision(s) / Präzision
Données de trafic actuelles / Aktuelle Verkehrsdaten :	Source / Quelle :	
Année / Jahr		
TJM / DTV :		% PL / % SV :
TJMO / DWV :		% PL / % SV :
Débit horaire de pointe du matin HPM / Morgenspitzenstunden des Verkehrs MSP :		
Débit horaire de pointe du soir HPS / Abendspitzenstunden des Verkehrs ASP :		
Points noirs / Schwerpunkte :		
Données de trafic futures / Zukünftige Verkehrsdaten :	Source / Quelle :	
Année / Jahr		
TJM / DTV :		% PL / % SV :
TJMO / DWV :		% PL / % SV :
Débit horaire de pointe du matin HPM / Morgenspitzenstunden des Verkehrs MSP :		
Débit horaire de pointe du soir HPS / Abendspitzenstunden des Verkehrs ASP :		
Classe de trafic pondéré / Verkehrsklasse :		
Nombre de voies par sens de circulation / Anzahl Fahrspuren pro Richtung :		Largeur / Breite :
Bande d'arrêt d'urgence / Pannenstreifen :		Largeur / Breite :
Bande d'arrêt d'urgence active / Pannenstreifennumnutzung PUN :		Largeur / Breite :
Places d'arrêt / Ausstellbuchten :		
Passages du terre-plein central / Inseldurchfahrten :		

OBJETS D'INVENTAIRE / INVENTAROBJEKTE

Objet / Objekte	Description / Bezeichnung	Précision(s) / Präzision		
Jonctions / Anschlüsse :				
Tunnels / Tunnels :				
Longueur totale / Gesamtlänge				
% tronçon / % Abschnitt				
Ouvrages d'art / Kunstbauten :				
Longueur totale / Gesamtlänge				
% tronçon / % Abschnitt				
Ouvrages de protection / Schutzbauwerke :				
Murs de soutènement / Stützmauern :				
Ancrés / Verankerte		Longueur / Länge :	Surface / Fläche :	
Non ancrés / Nicht verankerte		Longueur / Länge :	Surface / Fläche :	
Ouvrages antibruit / Lärmschutz Bauwerke :		Longueur / Länge :	Surface / Fläche :	
Aires de repos / Raststätte :				
Aires de ravitaillement / Raststätte :				
Centre d'entretien (objet d'inventaire) / Werkhof (Inventarobjekt) :				
Zone(s) de protection des eaux S / Gewässerschutzzone(n) S :				
Niveau d'équipement / Ausrüstungsgrade :				
SETEO / SABA :				
Autre objet d'inventaire important / Anderes wichtiges Inventarobjekt :				

Plan d'ensemble / Übersichtsplan avec jonctions / mit Anschlüssen

Il documento in formato Excel può essere scaricato dal sito www.astra.admin.ch, sotto Servizi –> Documenti per le strade nazionali –> 21001 Manuale tecnico Tracciato e ambiente.

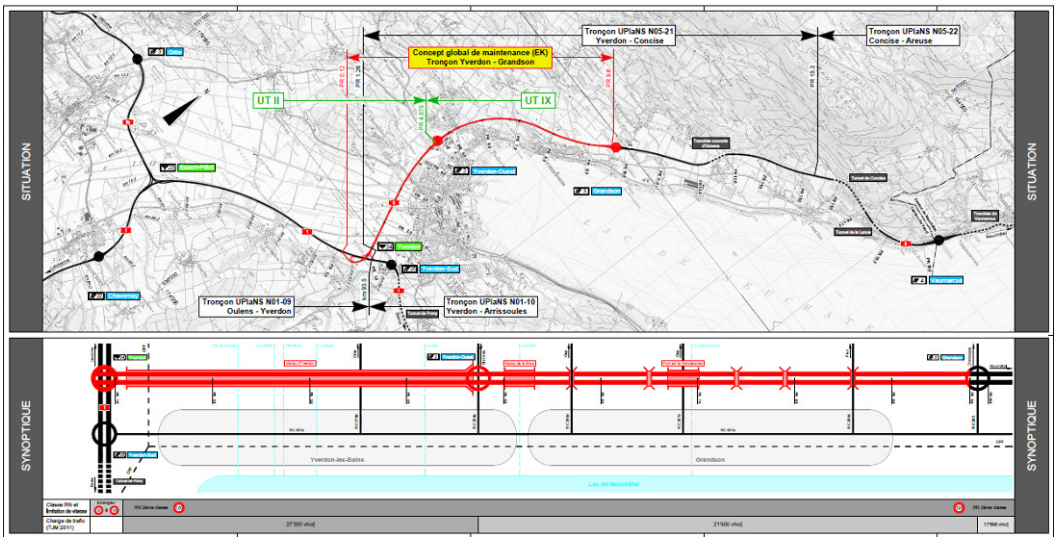
La carta d'identità del piano di conservazione è un documento tecnico approvato dal Sostegno tecnico. Si tratta di uno strumento di gestione, come ad esempio il Cockpit di progetto.

2.3 Elaborati grafici di sintesi (Allegati n. S3-S4-S5)

2.3.1 Piano d'insieme / piano sinottico (Allegato n. S3)

Questo piano include gli elementi seguenti:

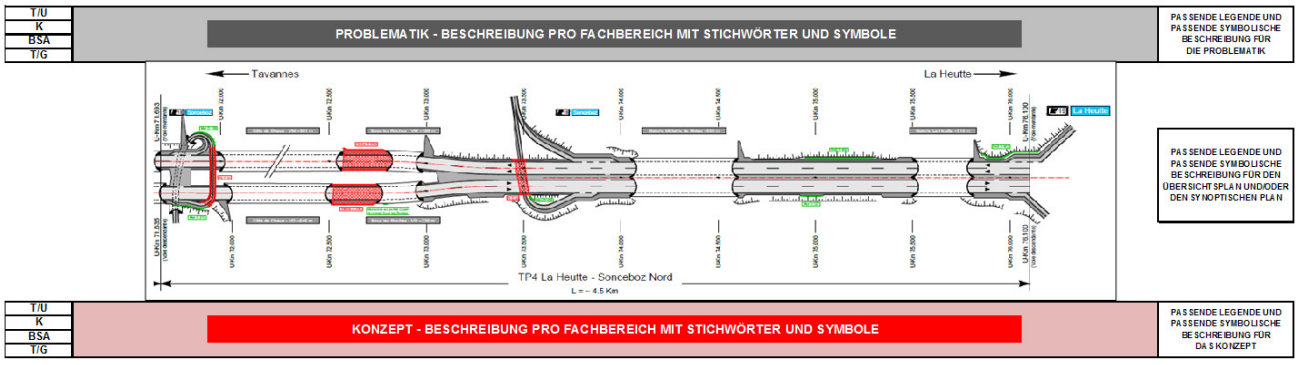
- Piano d'insieme del progetto (1:10'000 - 1:25'000 o scala adeguata)
- Indicazioni generali del progetto con legenda
- Piano sinottico del progetto con rappresentazione schematica dell'asse



2.3.2 Carta delle problematiche (Allegato n. S4)

Questa carta include gli elementi seguenti:

- Parte superiore: tavola sinottica per ciascun settore (T/U, K, BSA, T/G) con rappresentazione della problematica (legenda e descrizione dei simboli corrispondente)
- Parte centrale: piano d'insieme e/o piano sinottico del tratto SN interessato con rappresentazione globale dell'intervento pianificato (legenda corrispondente)
- Parte inferiore: tavola sinottica per ciascun settore (T/U, K, BSA, T/G) con rappresentazione dell'intervento pianificato (legenda e descrizione dei simboli corrispondente)
- Le due tavole sinottiche devono avere la stessa veste grafica.

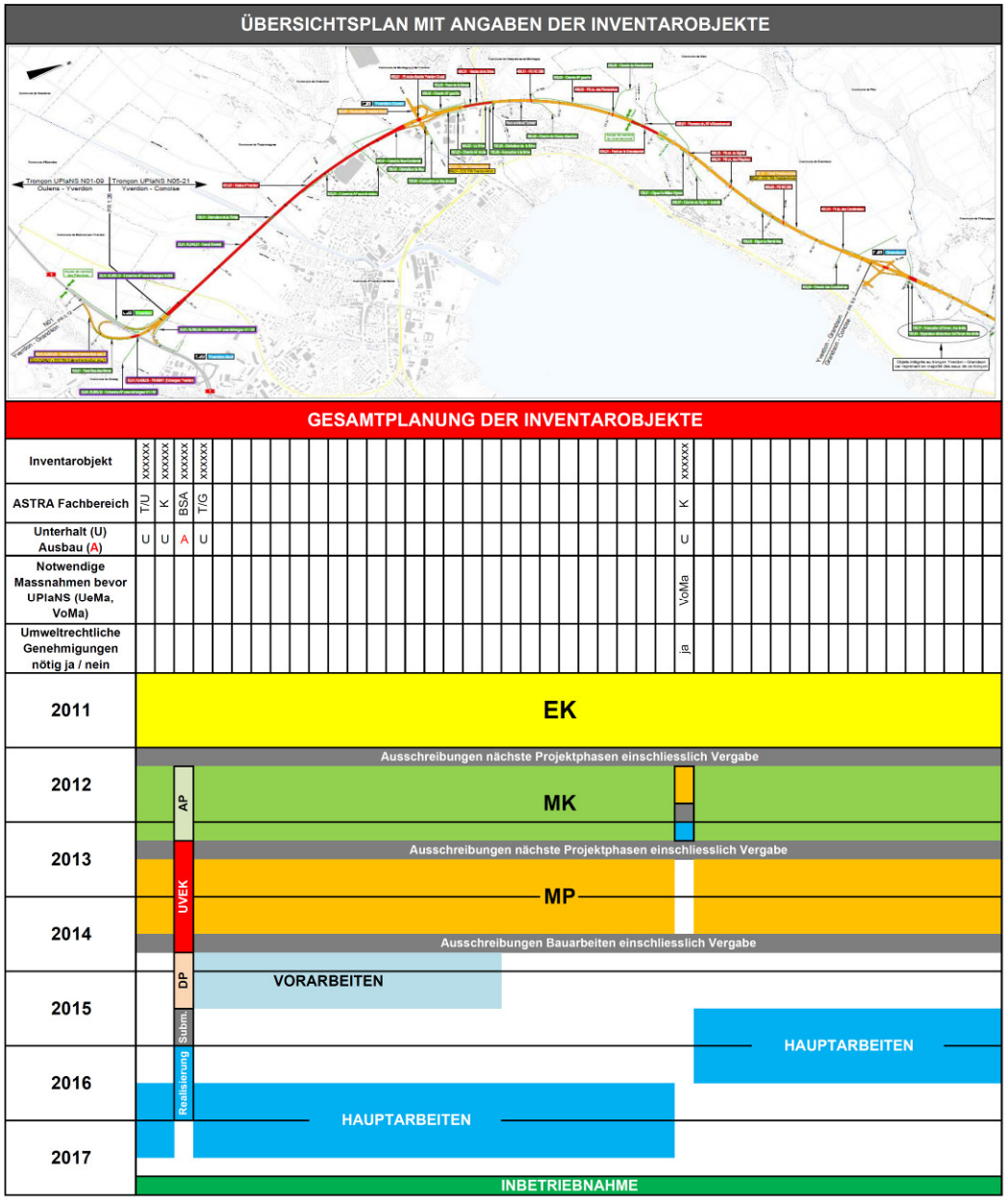


È inoltre possibile elaborare più carte S4 in funzione dei progetti parziali pianificati.

2.3.3 Piano di approvazione (Allegato n. S5)

Questo piano include gli elementi seguenti:

- Metà superiore: piano d'insieme con indicazione degli oggetti d'inventario (legenda corrispondente secondo la direttiva ASTRA 1B001).
- Metà inferiore: pianificazione generale degli oggetti d'inventario con indicazioni relative a fasi di progetto previste, procedure (procedure DATEC o altre) e fasi di realizzazione per il progetto (rappresentazione grafica corrispondente).



LEGENDA CORRISPONDENTE PER PIANO D'INSIEME SECONDO DIRETTIVA ASTRA 1B001

LEGENDA CORRISPONDENTE PER LA PIANIFICAZIONE GLOBALE

2.4 Esempi

In Fabasoft, nel Dossier FU 20 001-00008 Dossier di sintesi (2007-0654/10/08), sono disponibili degli esempi. Il suddetto documento è accessibile per i responsabili di progetto delle filiali.

Nota

Questa lista fornisce una panoramica dei possibili documenti di base di un progetto. La lista e i documenti di base in essa elencati vanno adattati in base al progetto ed eventualmente ampliati in base alle necessità.

La lista va compilata dall'EP per il PSS 0 "Sviluppo del progetto" e dal PM all'inizio delle fasi di progettazione successive e serve come base per il capitolato d'oneri.

	N.	Documenti di base (lista non esaustiva)	richiesto	disponibile		Osservazioni
				Sì	No	
T/U – K – BSA – T/G	1	Rapporti di ispezione (condizioni stradali, condizioni d'esercizio, BSA, condizioni degli oggetti)				
	2	Rapporti di verifica				
	3	Rapporto sull'esercizio (segnalazioni di disfunzioni, ecc.)				
	4	Allineamenti				
	5	Dossier di archivio delle infrastrutture NS (AP e altri)				
	6	Analisi geologiche, idrogeologiche e geotecniche				
	7	Rilievi videofotografici e geodetici (canalizzazioni, sagome limite,…)				
	8	Statistiche degli incidenti				
	9	Dossier d'esercizio BSA				
	10	Rapporti sul traffico, inclusi censimenti del traffico ed evoluzione del traffico				
	11	Piani per la segnaletica + rapporto				
	12	Misure di controllo (tiranti, inquinamento acustico, deformazioni, ecc.)				
	13	Calcoli di tutti i tipi (statica, idraulica, portanza)				
	14	Documenti di base per piano direttore (traffico, piano dei volumi, paesaggio, corsi e specchi d'acqua, ecc.)				
	15	Regolamenti edilizi e piani di zona, gradi di sensibilità				
	16	Piani regolatori e catasto				
	17	Progetti di terzi (Cantoni, Comuni, FFS, privati, ecc.)				
	18	Condotte di terzi (gas, energia elettrica, acqua, scarichi idrici, comunicazione)				
	19	Contratti di servitù, contratti di mantenimento, altri contratti e accordi (diritti di terzi)				
	20	MISTRA: TRA – KUBA – UH Peri – EMS CH – LBK ecc.				
	21	Corridoi faunistici (ad es. i passaggi di selvaggina interregionali da adeguare)				
	22	Accertamenti forestali, cartografie forestali e margini forestali				
	23	Carte di protezione delle acque, carte idrogeologiche, misure dei livelli della falda freatica				
	24	Regolamenti delle zone protette (acque freatiche)				
	25	Rapporti brevi ai sensi della OPIR				

T/U – K – BSA – T/G

N.	Documenti di base (lista non esaustiva)	richiesto	disponibile		Osservazioni
			Sì	No	
26	Percentuale/struttura del trasporto di merci pericolose				
27	Catasto dei siti inquinati				
28	Indagini relative ai carichi inquinanti				
29	Analisi della pavimentazione (contenuto di IPA)				
30	Carte dei suoli (pedologiche), utilizzazione dei terreni, superfici per l'avvicendamento delle colture				
31	Situazione di inquinamento del suolo (ad es. perimetro d'esame per lo spostamento di terreno)				
32	Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale (IFP)				
33	Inventario delle vie di comunicazione storiche della Svizzera (IVS)				
34	Inventario degli insediamenti svizzeri da proteggere (ISOS), monumenti, archeologia				
35	Inventari federali di protezione della natura: torbiere alte e torbiere di transizione, paludi, zone golenali, siti di riproduzione di anfibi, prati e pascoli secchi				
36	Patrimoni naturali dell'umanità protetti dall'UNESCO				
37	Inventari cantonali e comunali				
38	Segnaletica di limitazione presente (avvertenze di pericolo, …)				
39	Catasto dei rumori, dati sulle emissioni acustiche, ZEL, facilitazioni				
40	Descrizioni dei principi di funzionamento e manutenzione per SABA, OERB				
41	Piani operativi in caso di incidente				
42	Esperienze dell'organizzazione di manutenzione con il drenaggio esistente				
43	Pericoli naturali: carte indicative dei pericoli, carte e rapporti dei pericoli, catasto degli eventi, documentazione e analisi degli eventi, metodologia dei pericoli naturali dell'USTRA				
44	Stime e analisi idrologiche delle acque di immissione				
45	Piano di drenaggio generale (GEP) dei Comuni				
46	Dati elettronici riguardanti il territorio e le aree edificate				

1 Previsioni di traffico

1.1 Introduzione

1.1.1 Principi

- Per garantire un orizzonte di pianificazione uniforme, nei progetti riguardanti le strade nazionali vanno obbligatoriamente utilizzati dati previsionali sul traffico determinati a livello dell'intera rete. I suddetti dati si trovano presso ciascuna filiale e sono disponibili in forma di piano delle emissioni di base nel catasto dei rumori (cfr. la documentazione 21 001-20104 ASTRA LB).
- L'orizzonte di pianificazione per le previsioni di traffico viene aggiornato periodicamente sulla base del piano di manutenzione applicando il seguente principio:
  - orizzonte di pianificazione = stato attuale + 15 anni (ciclo di manutenzione) + 5 anni (riserva) = 20 anni
  - determinazione in intervalli di 10 anni.
- L'orizzonte di pianificazione fissato applicando questo principio corrisponde all'«obiettivo di valutazione» o «obiettivo temporale di risanamento» determinante per il rilevamento dell'inquinamento acustico, secondo la definizione fornita nel Manuale per il rumore stradale (UV-0637, UFAM/ASTRA).
- L'attuale orizzonte di pianificazione è fissato all'anno **2040 o 2050** per i progetti realizzati dopo il 2030 (messa in servizio).

1.1.2 Campo d'applicazione

- Le previsioni di traffico uniformi descritte nella presente scheda vanno fondamentalmente utilizzate per:
  - attività di pianificazione e progettazione a livello dell'intera rete di strade nazionali
  - tutte le fasi di progetto
  - tutti gli ambiti progettuali nei quali le previsioni di traffico siano usate come base per attività di calcolo, ottimizzazione, dimensionamento o valutazione.

1.1.3 Scopo

- L'utilizzo di dati previsionali uniformi e relativi all'intera rete nella progettazione è volto a conseguire i seguenti obiettivi:
  - valutazione della situazione del traffico futura sulla base di dati corretti e tracciabili
  - canalizzazione del traffico in corrispondenza di cantieri conformemente ai principi dell'UPlaNS nell'orizzonte di pianificazione
  - corretto dimensionamento degli elementi tecnici di progettazione, quali ad es. la classe di traffico per il dimensionamento della sovrastruttura, il trattamento delle acque stradali, la segnaletica, gli studi sull'inquinamento acustico, ecc.
  - valori di traffico certi e stabili per comunicazioni interne e verso l'esterno, ad esempio nell'ambito di progetti esecutivi in corso o di comunicati concernenti nuovi progetti
  - comparabilità e tracciabilità dei dati di base sul traffico, in particolare in caso di presentazione al pubblico di più progetti contemporaneamente.

1.1.4 Competenze

- Le filiali sono responsabili della gestione delle previsioni di traffico disponibili presso il database centrale ASTRA LB (cfr. Scheda 21 001-20104).
- Le prestazioni concernenti la redazione di nuove previsioni di traffico (cfr. sezione 1.2), nonché il relativo inserimento nel database centrale saranno affidate a uffici tecnici esterni.

1.1.5 Spiegazioni

- Nell'ambito dei progetti di protezione dall'inquinamento acustico richiesti per legge sulle strade nazionali sono resi noti anche i dati previsionali sul traffico utilizzati come base di calcolo, che devono quindi essere accessibili per possibili opposizioni.
- Essendo possibile pubblicare più progetti simultaneamente, si devono utilizzare scenari del traffico determinati a livello dell'intera rete ed evitare di stabilire un orizzonte di pianificazione diverso per ciascun progetto, adottando invece l'obiettivo temporale di pianificazione unitario.

1.2 Utilizzo delle previsioni di traffico

1.2.1 Acquisizione delle previsioni di traffico esistenti

- Le previsioni di traffico disponibili per l'orizzonte di pianificazione vigente, da utilizzare obbligatoriamente per i progetti, sono conservate centralmente assieme ad altri scenari di traffico (ad es. situazione attuale, varianti di progetto) nel catasto dei rumori (cfr. Scheda 21 001-20104 ASTRA LB). I dati sul traffico registrati in ASTRA LB sono reperibili presso il settore Pianificazione della conservazione delle filiali.

1.2.2 Dati di base per le previsioni di traffico

- I dati del modello del traffico elaborato dal DATEC ("MT-DATEC") dell'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) costituiscono la base per le previsioni di traffico e in generale per i progetti riguardanti le strade nazionali di pubblico dominio. Considerati singolarmente, tuttavia, questi dati non sono sufficienti e vanno integrati con altri modelli del traffico (ad es. WEN, modelli cantonali e regionali), serie temporali dei censimenti del traffico e ulteriori dati disponibili, per un'analisi e una valutazione alla luce delle condizioni rilevanti per le strade nazionali e del quadro normativo vigente:
  - modello del traffico viaggiatori a livello nazionale "MT-DATEC" dell'ARE (modello di base e stato di riferimento) per l'USTRA e l'UFT
  - piano di sviluppo delle strade nazionali (WEN)
  - studi sul traffico di Cantoni, regioni, città o comuni per il confronto e la correlazione con i dati sopra citati
  - serie temporali dei dati registrati dai sistemi di rilevamento automatico del traffico.
- I suddetti dati di base vanno considerati nell'ordine indicato anche per l'elaborazione di nuove previsioni di traffico.

1.2.3 Verifica e aggiornamento delle previsioni di traffico

- All'inizio di ogni progetto o di ciascuna fase di un progetto in corso è necessario verificare la plausibilità, l'attualità e l'utilizzabilità dei dati previsionali sul traffico disponibili nel sistema ASTRA LB. Eventuali scostamenti da questi dati vanno esplicitamente e obbligatoriamente motivati, in particolare nel caso di studi sull'inquinamento acustico. Si deve inoltre provvedere a registrare in ASTRA LB le previsioni di traffico complementari o supplementari elaborate sulla base degli scenari di base disponibili.

1.2.4 Studi sul traffico specifici

- Per la conduzione di studi sul traffico specifici per determinati progetti, procedere come segue:
  1) Acquisizione delle previsioni di traffico dall'ASTRA LB (prestare attenzione alla data dell'ultimo aggiornamento)
  2) Esame di studi sul traffico più recenti o più dettagliati e di nuove serie temporali
  3) Armonizzazione con progetti adiacenti o con tratti di manutenzione confinanti
  4) Se necessario, esame di studi o dati propri dell'ingegnere del traffico (in caso di dati mancanti o insufficienti)
  5) In seguito alla revisione dei dati e all'approvazione da parte dell'USTRA (PM/EP), le nuove previsioni di traffico vanno inserite dall'ingegnere responsabile in ASTRA LB (cfr. 21001-20104). Eventuali scostamenti rispetto ai dati originari vanno motivati.
- In assenza di previsioni dettagliate sul traffico per il 2040, è possibile effettuare un'estrapolazione in base alle previsioni di traffico per il 2030. Tener conto di eventuali limiti di capacità delle tratte di strade nazionali interessate.
- Per i progetti di sistemazione (GP, AP), è obbligatorio effettuare una previsione di traffico.

Aspetti generali

Gli interventi di ampliamento e manutenzione delle strade nazionali nell'area di influenza di impianti ferroviari necessitano di un coordinamento con i gestori dei suddetti impianti per quanto riguarda la progettazione, il finanziamento e l'esecuzione. La presente scheda tecnica è stata redatta in collaborazione con i rappresentanti dell'UFT e del Servizio giuridico dell'USTRA. Viene descritto il coordinamento necessario, in particolare in situazioni di rischio o pericolo dovute a intersezioni con impianti ferroviari.

Al riguardo si applicano le seguenti basi giuridiche contenute nella legge federale sulle strade nazionali (LSN), artt. dal 45 al 47, nonché nella legge federale sulle ferrovie (Lferr), art. 27.

Progettazione

Durante l'elaborazione dei progetti, è richiesta l'osservanza delle norme, delle direttive e dei manuali tecnici vigenti dell'USTRA, nonché delle disposizioni di cui all'art. 27, cpv. 1 e 4 Lferr. Se necessario, eseguire un'analisi dei rischi in base alle istruzioni dell'Ufficio federale dei trasporti (UFT) per identificare l'eventuale necessità di adeguate misure protettive.

In fase di progettazione, il responsabile di progetto della filiale, d'intesa con gli specialisti del Sostegno tecnico (FU), coordina gli aspetti tecnici assieme al responsabile dell'operatore ferroviario.

Il parere di quest'ultimo va allegato al dossier di progetto dell'USTRA.

Gli interventi di messa a terra per la protezione di persone, mezzi d'esercizio e opere vanno gestiti in modo dettagliato e specifico per ciascun progetto.

Finanziamento

Sistemazione

Nuove opere

In caso di nuove opere, tutte le spese, incluse quelle per misure di protezione dell'opera, successivi interventi di manutenzione strutturale e ordinaria, sostituzione ed eventuale smantellamento dell'incrocio sono a carico dell'opera nuova (LSN, art. 45 / Lferr art. 45).

Prima della costruzione, l'operatore della strada nazionale e l'operatore ferroviario devono siglare un accordo che disciplini gli aspetti riguardanti la manutenzione strutturale e ordinaria, la sostituzione e l'eventuale smantellamento delle opere.

Modifica di un impianto ferroviario esistente

Se il rischio di collisione aumenta a causa di modifiche all'impianto ferroviario (ad es. aggiunta di binari, aumento della velocità, ecc.), per il finanziamento delle misure di protezione si applicano le disposizioni di cui all'art. 27, cpv. 2 Oferr.

Modifica di una strada nazionale esistente

Se il rischio per la ferrovia aumenta a causa di una modifica alla strada nazionale (ad es. aggiunta di una corsia per veicoli, ecc.), per il finanziamento delle misure di protezione si applicano le disposizioni di cui all'art. 46, cpv. 2 LSN e all'art. 27 cpv. 3 Oferr.

Manutenzione

Opera esistente (ad es. cavalcavia) con accordo in essere o contratto di intersezione

Le eventuali misure di protezione ai sensi dell'Oferr, art. 27, cpv. 1 e 4 (osservare anche le indicazioni contenute nelle Disposizioni d'esecuzione) saranno finanziate in base a quanto previsto nell'accordo in essere.

Opera esistente senza accordo in essere o contratto di intersezione

Per il finanziamento di eventuali misure di protezione resesi necessarie ai sensi dell'Oferr, art. 27, cpv. 1 e 4 (osservare anche le indicazioni contenute nelle Disposizioni d'esecuzione), le parti interessate devono addivenire a un accordo. Al riguardo si applica il principio della partecipazione in base ai vantaggi, ai sensi dell'art. 27 Lferr (ad es. ripartizione al 50% quando sia gli utenti della ferrovia, sia quelli della strada conseguono dei vantaggi). L'accordo o il contratto di intersezione va concluso prima dell'inizio dei lavori di costruzione.

Approvazione dei progetti

Nell'ambito dei progetti esecutivi, la DG DATEC ascolta il parere dell'Ufficio federale dei trasporti (UFT).

Nell'ambito dei progetti di manutenzione, l'USTRA (FU) ascolta il parere dell'Ufficio federale dei trasporti (UFT).

Estratti di leggi

Estratto LSN artt. da 45 a 47 (Stato 1° gennaio 2022)

Art. 45

[1] Quando una nuova strada nazionale rechi pregiudizio a vie di comunicazione, condutture e simili impianti, o quando nuovi impianti siffatti rechino pregiudizio a una strada nazionale, le spese di tutti i provvedimenti necessari a ovviarvi sono a carico dell'opera nuova. Rimangono salve le disposizioni della legislazione sulle telecomunicazioni.[87]
[2] Quando una nuova strada pubblica venga collegata, con una strada nazionale, gli interessati convengono circa alla ripartizione delle spese.

Art. 46

[1] Qualora occorra migliorare, con nuove opere, degli incroci di strade nazionali con altre strade pubbliche, ciascuno di coloro cui spetta l'onere della costruzione stradale deve contribuire alle spese di sistemazione e di mantenimento di dette opere, nella misura in cui queste siano richieste dallo sviluppo del traffico.
[2] La ripartizione delle spese di trasformazione di incroci tra strade nazionali e ferrovie è fatta in conformità delle disposizioni della legge federale del 20 dicembre 1957[89] sulle ferrovie.

Art. 47

[1] Gli articoli 45 capoverso 1, e 46 capoverso 1 non sono applicabili, in quanto tra gli interessati siano stati o saranno conchiusi degli accordi derogatori circa alle spese.
[2] In caso di contestazione relativa alla ripartizione delle spese, decide l'Ufficio. In caso di contestazione tra Cantoni oppure tra Confederazione e Cantoni è fatta salva l'azione di diritto amministrativo in virtù dell'articolo 116 lettera a o b della legge federale del 16 dicembre 1943[91] sull'organizzazione giudiziaria.[92]

Estratto Lferr artt. da 25 a 27 (Stato 1° gennaio 2022)

***Art. 25** Spese[167]*

[1] Se una nuova linea ferroviaria, destinata al traffico pubblico, incrocia una strada pubblica o se una nuova strada pubblica incrocia una linea ferroviaria, il proprietario della nuova via di comunicazione deve sopperire alle spese cagionate da tutti gli impianti nel luogo d'incrocio.
[2] L'uso del fondo stradale o ferroviario nei luoghi d'incrocio è gratuito.

***Art. 26** Modifiche di incroci esistenti[168]*

[1] Se un passaggio a livello deve essere sostituito con un sotto o soprappassaggio, oppure deve essere soppresso a causa dello spostamento della strada, le spese cagionate da tutti i cambiamenti agli impianti ferroviari o stradali sono a carico:

a. dell'impresa ferroviaria se la modifica è richiesta soprattutto dalle esigenze del traffico ferroviario;

b. dei proprietari della strada se la modifica è richiesta soprattutto dalle esigenze del traffico stradale.[169]

[2] Per tutte le altre modificazioni eseguite a un incrocio, compreso l'adeguamento e il miglioramento degli impianti di sicurezza, l'impresa ferroviaria e il proprietario della strada devono sopperire alle spese cagionate da tutti i cambiamenti agli impianti ferroviari e stradali nella misura in cui le modificazioni sono richieste dallo sviluppo del traffico su l'una o l'altra di queste vie di comunicazione.
[3] È applicabile l'articolo 25 capoverso 2.

***Art. 27** Partecipazione in proporzione ai vantaggi*

[1] In ogni caso, ciascuna delle parti deve partecipare alle spese nella misura in cui trae vantaggi dalla modificazione delle condizioni.
[2] La parte, che, nell'interesse di uno stabile miglioramento o di una ulteriore sistemazione dei suoi impianti, pone speciali esigenze, deve sopperire da sola alle maggiori spese nel luogo d'incrocio.

Estratto Oferr art. 27 (Stato 1° gennaio 2021)

***Art. 27**[164] Costruzioni situate vicino, sopra e sotto la ferrovia*

[1] Le costruzioni situate vicino, sopra e sotto la ferrovia devono essere costruite o protette in modo da offrire ai viaggiatori e agli utenti delle costruzioni una protezione adeguata contro i pericoli derivanti da veicoli ferroviari che deragliano o che escono dalla linea ferroviaria.
[2] Se per una costruzione esistente il rischio di collisione aumenta in modo significativo a causa di modifiche dell'infrastruttura o dell'esercizio ferroviari, l'impresa ferroviaria deve garantire una protezione adeguata.
[3] Se per una costruzione esistente il rischio di collisione aumenta in modo significativo a causa di modifiche della costruzione stessa o del suo utilizzo, il proprietario della costruzione deve garantire una protezione adeguata.
[4] Dove esiste il pericolo che un veicolo stradale o il suo carico possano finire sulla linea ferroviaria, il proprietario della strada o degli impianti ferroviari che causa il pericolo deve prevedere dispositivi di protezione adeguati.
[5] Gli impianti di trasporto in condotta situati vicino, sopra e sotto la ferrovia devono essere costruiti in modo che gli effetti statici, dinamici, elettrici o elettrochimici non pregiudichino la sicurezza della ferrovia.

Disposizioni d'esecuzione dell'ordinanza sulle ferrovie (DE-Oferr)
(stato 1° novembre 2020):

Ufficio federale dei trasporti UFT Disposizioni d'esecuzione dell'Oferr (DE-Oferr) (admin.ch)

→ Cfr. Disposizioni d'esecuzione relative all'art. 27 Oferr, pagg. 176-177

Leitfaden Beurteilung der Anprallrisiken von Eisenbahnfahrzeugen bei bestehenden Bauten
(stato 3 dicembre 2012) (Linee guida per la valutazione dei rischi di collisione di veicoli ferroviari in presenza di edifici esistenti):

Ufficio federale dei trasporti UFT Guida rischi di urti di veicoli su edifici (tedesco) (admin.ch)

Osservazioni preliminari

Il presente capitolato d'oneri per l'accompagnamento ambientale ai lavori (AAL) soddisfa i requisiti delle principali specifiche alle quali sottostanno i progetti di costruzione delle strade nazionali. La seguente lista non è esaustiva:

- Applicazione della normativa ambientale nei progetti delle strade nazionali, Istruzione USTRA 78003
- Manuale tecnico tracciato/ambiente USTRA https://www.astra.admin.ch/astra/it/home/servizi/dokumente-nationalstrassen/documenti-per-le-strade-nazionali/sostegno-tecnico/21001-manuale-tecnico-tracciato-e-ambiente--fhb-t-u-.html
- Manuale EIA Modulo 6: Accompagnamento ambientale e controllo dei risultati, UFAM 2009
- Umweltbaubegleitung mit integrierter Erfolgskontrolle, UFAM 2007
- SN 640 610b Umweltbaubegleitung samt Umweltbauabnahme, 2010

Il capitolato d'oneri standard AAL si applica a tutti i progetti di ampliamento e manutenzione di USTRA.

Le note indicate in corsivo ed in colore blu devono essere completate in base ai rispettivi requisiti del progetto.

Termini

Accompagnamento ambientale ai lavori

L'accompagnatore/-trice ambientale ai lavori AAL supervisiona l'attuazione e l'impatto delle misure di rilevanza ambientale durante la fase di realizzazione di un progetto.

Collaudo ambientale

Il processo di approvazione delle misure e delle condizioni rilevanti dal punto di vista ambientale al termine della fase di realizzazione da parte delle autorità viene definito collaudo ambientale.

Controllo dell'efficacia

Il controllo dell'efficacia viene utilizzato per verificare se l'obiettivo di una misura è stato raggiunto. Consiste nel controllo dell'attuazione, da un lato, e nel controllo dell'impatto, dall'altro. Se risulta evidente che l'obiettivo non è stato raggiunto, vengono avanzate proposte correttive nell'ambito del controllo dell'efficacia.

Controllo dell'attuazione

Il controllo dell'attuazione prevede un confronto tra obiettivo ed effettivo per verificare se la misura è stata attuata come previsto.

Controllo dell'impatto

Il controllo dell'impatto prevede un confronto tra obiettivo ed effettivo per verificare se l'impatto previsto è stato raggiunto. Il prerequisito è che sia stato formulato un obiettivo d'impatto chiaro.

Controllo a posteriori

Il controllo a posteriori viene utilizzato per rivedere gli obiettivi d'impatto a lungo termine dopo il completamento del collaudo ambientale. Il controllo a posteriori è un controllo dell'impatto nella fase operativa. Viene ordinato dall'autorità di autorizzazione caso per caso (durante la procedura di autorizzazione o, al più tardi, nell'ambito del collaudo ambientale) se il raggiungimento di un obiettivo d'impatto non è ancora chiaro al momento del collaudo ambientale.

Obiettivi d'impatto a corto e lungo termine

Gli obiettivi d'impatto a breve termine sono obiettivi d'impatto che possono essere verificati fino al completamento dei lavori di costruzione (cioè durante la fase di realizzazione). Gli obiettivi d'impatto a lungo termine sono obiettivi d'impatto che possono essere verificati solo dopo il completamento dei lavori di costruzione (cioè durante la fase di esercizio).

1. Situazione iniziale e descrizione del progetto

Questo capitolo descrive la portata del progetto di costruzione in termini di tempo, spazio e contenuto e spiega la struttura di progetto:

- *Cosa si costruisce, quanto dura la fase di realizzazione, quali sono i sottoprogetti, ecc.*
- *Breve descrizione della realizzazione, organigramma e calendario*
- *Descrizione degli obiettivi del progetto (operativi, di capacità, di miglioramento, di protezione, ecc.)*
- *Il progetto serve principalmente a ottimizzare il traffico, a risolvere problemi di protezione delle acque o situazioni di rumore, ecc.*
- *Riferimento a problemi particolari e aspetti critici: Percorsi di traffico speciali con un impatto sull'ambiente, come aree ambientali particolarmente sensibili nel quartiere, aree residenziali esposte, ecc.*
- *……..*

2. Obiettivi

Su incarico del capo progetto della filiale USTRA (Divisione infrastrutture stradali USTRA), l'accompagnamento ambientale ai lavori AAL garantisce che i progetti di costruzione delle strade nazionali siano realizzati nel rispetto delle leggi, delle ordinanze, delle direttive, delle istruzioni, degli aiuti alla pianificazione e dei manuali tecnici della Confederazione, in particolare dell'UFAM e dell'USTRA. Inoltre, l'AAL si assicura che i requisiti ambientali specifici del progetto, derivanti da decreti e autorizzazioni, siano attuati in modo corretto, puntuale ed efficiente dal punto di vista economico.

3. Referenze

Le referenze più importanti per l'AAL del progetto XXX sono:

- *Relazione ambientale (o rapporto d'impatto ambientale) GG.MM.AAAA*
- *Rapporto tecnico GG.MM.AAAA*
- *Approvazione dei piani AP/Approvazione MK/MP GG.MM.AAAA*
- *……..*

4. Organizzazione dell'AAL

4.1. Posizionamento e competenze dell'AAL

Condizioni quadro

Il lavoro dell'AAL inizia al più tardi con la fase di appalto per l'impresa di costruzione e termina con il completamento dei lavori di costruzione e con l'adempimento di tutti i requisiti ambientali previsti dalla procedura di approvazione.

L'appaltatore responsabile per l'AAL è tenuto ad avvalersi di specialisti propri o esterni per tutti i settori ambientali. Ad esempio, nel caso di lavori rilevanti per il suolo su larga scala, nel caso di suoli contaminati o se sono interessate delle SAC, oltre all'AAL si ricorre ad un accompagnamento pedologico ai lavori. L'accompagnamento pedologico ai lavori fa parte dell'AAL e può essere eseguito sia dal contraente del mandato AAL sia da un subappaltatore.

Rapporto con il committente
L'AAL ha una funzione di supporto al committente e come tale è collegata alla gestione generale del progetto/alla direzione di cantiere. L'AAL funge da punto di contatto e di coordinamento per le questioni ambientali per il committente, la direzione dei lavori e gli appaltatori coinvolti nella costruzione in ogni fase della realizzazione del progetto. *Rappresentare l'organizzazione dettagliata in un organigramma.*

Controllo dell'attuazione e autorità di emanare istruzioni
L'AAL controlla l'attuazione delle misure ambientali nei progetti per conto del capo progetto della filiale USTRA. In caso di scostamenti dagli obiettivi di progetto, può impartire istruzioni alla direzione lavori locale e richiedere misure correttive. Le misure vengono ordinate dalla direzione del cantiere. L'AAL non ha l'autorità diretta di impartire istruzioni agli appaltatori e ai subappaltatori, tranne in caso di rischio immediato per l'ambiente. In caso di rischio ambientale imminente o di danno ambientale, l'impresa o l'AAL deve informare immediatamente la direzione lavori generale, il capo progetto USTRA ed il supporto tecnico Ambiente USTRA (FU Ambiente). In caso di danni all'ambiente, saranno chiamati anche l'autorità cantonale competente e, se necessario, i servizi di emergenza. Se nessuna misura immediata è in grado di prevenire o porre rimedio al danno ambientale, il capo progetto USTRA può ordinare un'interruzione parziale dei lavori di costruzione in consultazione con l'AAL e FU Ambiente. Questo vale solo per le attività che potrebbero causare danni ambientali o che li hanno già causati.

Contatto con l'autorità esecutiva per i controlli ambientali
L'AAL funge anche da punto di contatto con l'autorità esecutiva per i controlli ambientali. A meno che non sia delegata al Cantone, l'autorità esecutiva per i controlli ambientali è di competenza di FU Ambiente. L'AAL informa regolarmente FU Ambiente sullo stato di attuazione delle misure ambientali, chiarisce le questioni rilevanti per l'ambiente e gli adeguamenti delle misure ambientali.

Contatto con gli uffici cantonali per la protezione dell'ambiente
Di norma, i contatti con gli uffici cantonali sono gestiti da FU Ambiente. È possibile anche un contatto diretto da parte dell'AAL, in consultazione con la direzione del progetto e FU Ambiente.

Modifiche di progetto
Se nel corso della realizzazione si verificano adeguamenti del progetto con implicazioni ambientali, l'AAL informa tempestivamente la direzione del progetto della filiale di USTRA e provvede a fornire i chiarimenti necessari. Se del caso, farà presente che sono necessarie ulteriori autorizzazioni ambientali da parte della sede centrale dell'USTRA (Divisione Infrastrutture stradali) o del DATEC.

Imprevisti
Durante la fase di realizzazione è lecito aspettarsi degli imprevisti. In questi casi, l'AAL analizza la situazione ed elabora proposte di soluzione. A seconda della situazione, l'AAL decide se sviluppare le soluzioni proposte da solo o in collaborazione con la direzione lavori locale, il capo progetto USTRA e FU Ambiente.

4.2. Delimitazioni da altri mandati AAL

Le delimitazioni specifiche del progetto rispetto ad altri mandati specialistici dell'AAL sono elencate qui, ove presenti. L'AAL è responsabile del coordinamento e della documentazione generale.

- *L'informazione e la comunicazione con la popolazione locale sono generalmente gestite dall'ufficio XXX della direzione del progetto. Quest'ultimo consulta l'AAL in qualità di esperto di questioni ambientali.*
- *Il monitoraggio delle acque sotterranee durante la realizzazione è affidato a uno specialista in idrogeologia. L'idrogeologo consegna i risultati delle sue misurazioni all'AAL a scopo di documentazione (rapporti sullo stato di avanzamento, relazione finale).*
- *Per la gestione del suolo durante i lavori di costruzione, verrà conferito un mandato di accompagnamento pedologico ai lavori (sviluppo di piani di attuazione rilevanti per il suolo (rimozione del suolo), monitoraggio dei lavori rilevanti per il suolo, installazione e funzionamento di tensiometri, elenco dei macchinari con limiti di utilizzo consentiti, ecc.).*
- *Viene conferito un mandato specialistico per i rimboschimenti, la semina e la progettazione di piccole strutture, l'impianto di siepi e tutte le altre possibili misure di ripristino e sostituzione nell'ambito della protezione della natura, del paesaggio e delle acque.*
- *L'esperto xy....., etc..... è stato nominato per la prossima bonifica dell'amianto.*

4.3. Regolamentazione dei conflitti

L'AAL e la direzione dei lavori locale collaborano strettamente per garantire l'attuazione delle misure ambientali specificate nel progetto. In caso di conflitti, la direzione dei lavori e l'AAL collaborano per trovare soluzioni che garantiscano il rispetto delle norme ambientali.

In caso di disaccordo, si applicano i seguenti livelli di escalazione:

a) Nessun accordo con il Cantone
Direzione lavori generale/Capo progetto – FU Ambiente USTRA → in caso di disaccordo → Capo settore filiale – Capo settore FU → in caso di disaccordo → Capo filiale – Capo dipartimento I

b) Accordo con il Cantone
Direzione lavori generale/Capo progetto – responsabile controlli ambientali Cantone → in caso di disaccordo → Capo settore filiale – Capo settore FU → in caso di disaccordo → Capo filiale – Capo dipartimento I

L'impresa, gli uffici ambientali cantonali e l'UFAM possono essere coinvolti a titolo consultivo per il processo decisionale.

4.4. Efficienza economica

Nell'attuazione delle misure ambientali, l'AAL si assicura che le soluzioni scelte soddisfino i requisiti di efficienza economica, ottimizzandole in modo conveniente.

5. Compiti dell'AAL

L'AAL supporta il committente nella realizzazione legalmente conforme ed economicamente efficiente del progetto. Assicura la corretta attuazione dei requisiti ambientali previsti dalla procedura di autorizzazione e contribuisce a garantire la conformità alle leggi, alle ordinanze, alle direttive e ai manuali tecnici in materia ambientale.

In particolare l'AAL esegue i singoli compiti descritti di seguito.
Se si presentano ulteriori compiti in seguito ai requisiti ambientali o alle misure ambientali, o se i compiti vengono omessi perché non sono richiesti dal progetto, il seguente elenco dei compiti dell'AAL deve essere adeguato di conseguenza.

5.1. Preparazione appalto

a) Rivede e completa l'elenco delle misure esistenti (cfr. esempio 6.1) e, se necessario, prepara le schede delle misure (cfr. esempio 6.2) (sulla base della relazione ambientale o rapporto ambientale e degli oneri formulari nell'ambito dell'approvazione del progetto).

b) Illustra e specifica le norme ambientali e le misure di protezione ambientale pertinenti per i documenti d'appalto (ad esempio, nelle "disposizioni particolari").

c) Deve garantire che i documenti d'appalto (disposizioni speciali) prevedano che l'azienda fornisca regolarmente (ad esempio mensilmente) la prova dello smaltimento dei materiali rimossi (qualità e analisi, quantità, percorso di smaltimento fino allo smaltimento finale).

d) Nelle "disposizioni particolari" specifica che i materiali contenenti PFAS sono vietati nei cantieri USTRA.

e) Valuta le proposte presentate dagli offerenti per l'attuazione delle misure ambientali. Verifica la pianificazione dettagliata da parte delle imprese delle misure ambientali.

5.2. Prima dell'inizio del cantiere / dei lavori con rilevanza ambientale

f) Accompagna la pianificazione, la preparazione e l'allestimento dei piazzali d'installazione dei cantieri e dei piazzali per il deposito temporaneo dei materiali di demolizione e di scavo.

g) Redige un piano di controllo per ogni fase di realizzazione del progetto con un calendario e l'indicazione delle responsabilità. Valuta in anticipo eventuali problemi ambientali imprevisti.

h) Segnala le aree e gli oggetti sensibili.

i) Sensibilizza la direzione dei lavori alle questioni ambientali e la istruisce sulle misure di protezione necessarie nel cantiere.

j) Supporta la direzione dei lavori nella sensibilizzazione e nell'istruzione delle imprese di costruzione.

k) Verifica le vie di trasporto verso i singoli cantieri.

l) Caratterizza le popolazioni di neofite invasive e verifica che la lotta e lo smaltimento avvengano secondo l'elenco www.infoflora.ch o www.neophyten.ch.

5.3. Durante il cantiere

m) A seconda del tipo di attività di costruzione, l'AAL è presente in cantiere in media ogni 2 settimane. LAAL è presente in cantiere soprattutto quando iniziano nuove fasi di lavoro e quando si svolgono processi di costruzione critici per l'ambiente (rimozione del suolo, riempimento delle scarpate di costruzione e dei siti di installazione, messa in funzione dei sistemi di smaltimento delle acque di cantiere, ecc.)

n) Controlla il rispetto della legislazione ambientale e delle misure ambientali durante la costruzione da parte delle imprese di costruzione. A tal fine, partecipa alle riunioni di cantiere secondo necessità.

o) Informa la direzione dei lavori sui problemi ambientali del cantiere e aiuta a risolverli.

p) Mantiene i contatti con FU USTRA. Se l'autorità esecutiva per i controlli ambientali è delegata ad un Cantone, mantiene i contatti e collabora con questo Cantone. I contatti con FU USTRA devono essere mantenuti in ogni caso, poiché FU è responsabile del rilascio delle autorizzazioni ambientali.

q) Se le condizioni di esecuzione cambiano o si rendono necessari aggiustamenti del progetto nel corso della realizzazione, l'AAL assicura la corretta gestione degli aggiustamenti del progetto, compreso l'ottenimento di eventuali approvazioni ambientali.

r) Documenta le proprie attività registrandole in un giornale di cantiere. Nei rapporti periodici sullo stato di avanzamento (ad esempio, trimestrali), riferisce sull'attuazione delle misure ambientali, sugli eventi speciali e sulle sue altre attività. Il giornale di cantiere e i rapporti sullo stato di avanzamento sono trasmessi per conoscenza al capo progetto USTRA ed a FU (o al Cantone, se esiste un accordo).

s) Richiede regolarmente (ad esempio mensilmente) all'impresa la prova dello smaltimento (qualità e analisi, quantità, percorso di smaltimento fino allo smaltimento finale). Controlla a campione i documenti di consegna e di trasporto corrispondenti.

5.4. Al termine del cantiere

t) Esegue il controllo dell'attuazione a breve termine delle misure di protezione, ripristino e sostituzione ordinate.

u) Supporta il committente durante il collaudo ambientale o lo esegue direttamente.

v) Verifica il completamento di tutte le misure ambientali e lo documenta per l'USTRA (capo progetto e FU) nel rapporto finale. In questo rapporto documenta il collaudo ambientale, i risultati del controllo dell'efficacia e fornisce ad USTRA indicazioni sull'eventuale necessità di ottimizzazione delle misure. Inoltre, consiglia al cliente la necessità di un controllo dell'impatto a lungo termine.

w) L'AAL prepara i lavori che devono essere eseguiti dopo il collaudo ambientale (controlli dell'impatto, pianificazione e garanzia dei lavori di manutenzione necessari, AAL dei lavori di garanzia, ecc.)

x) Se previsto dal progetto, l'AAL effettua il controllo dell'impatto a lungo termine e lo documenta in una relazione all'attenzione di USTRA (capo progetto e FU).

6. Panoramica delle misure

L'elenco delle misure fornisce una panoramica di tutte le misure ambientali derivanti da requisiti ambientali basati su decisioni e autorizzazioni, dalla relazione ambientale o dal rapporto ambientale. Oltre alle misure ambientali, descrive i compiti specifici dell'AAL a seconda della fase. Un esempio è riportato al punto 6.1.

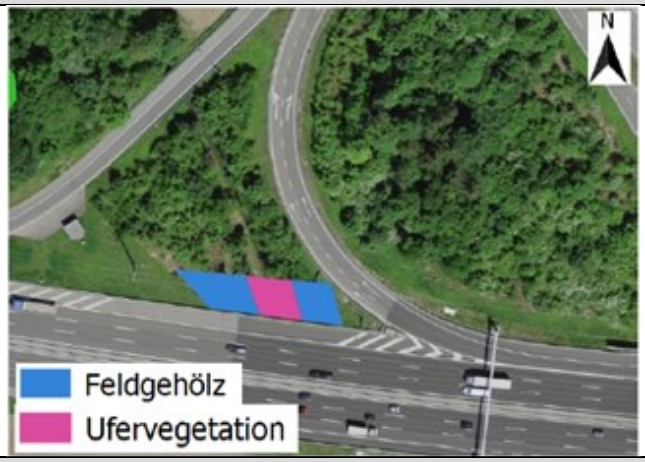
L'elenco delle misure può essere completato con delle schede, se è necessaria la definizione dettagliata delle singole fasi per l'attuazione concreta della misura ambientale, rispettivamente se l'attuazione della misura necessita un accompagnamento specifico da parte dell'AAL. Un esempio è riportato al punto 6.2.

Se l'elenco delle misure e le schede delle misure non sono disponibili o sufficienti dopo la fase di progetto MP/DP, i documenti devono essere redatti o completati dall'AAL stesso come primo compito (cfr. 5.1).

6.1. Elenco delle misure

Nr.	Misura	Fase d'appalto	Prima dell'inizio del cantiere	Fase di cantiere	Al termine del cantiere	Persona responsabile per l'attuazione	Persona responsabile per i controlli
N+P 4	Durante la fase di costruzione e nei primi cinque anni dopo la conclusione dei lavori, nelle regioni direttamente interessate dal progetto occorre verificare la presenza di neofite invasive. Se sono presenti neofite invasive, vanno adottate misure per eliminarle (art. 15 cpv. 2 e art. 52 cpv. 1 OEDA [13]).			x	x	Durante la realizzazione: AAL Nei primi 5 anni dopo la conclusione dei lavori: progetto A partire dal 6° anno dopo la conclusione dei lavori: unità territoriale/esterni	Durante la realizzazione: FU USTRA Dopo la fine dei lavori: FU USTRA
Bosco 1	L'esecuzione dei lavori avviene rispettando l'area forestale vicina. In particolare, in tale area non vanno installate baracche da cantiere né depositati materiale di scavo, veicoli e materiali di qualsiasi genere (art. 4 e 5 LFo [3]).			x		Impresa	AAL
Ac 2	I contenitori contenenti liquidi pericolosi per le acque sono depositati in serbatoi di ritenzione per prevenire, individuare facilmente ed evitare fuoriuscite. È predisposto sufficiente materiale di assorbimento.			x		Impresa	AAL
Rif 1	Deve essere elaborato un piano di gestione dei rifiuti e dei materiali (piano di smaltimento con indicazione del periodo di produzione dei rifiuti, del tipo di smaltimento previsto, del metodo di smaltimento e della definizione dell'impianto di smaltimento) per tutti i rifiuti prodotti nell'ambito del progetto. Il piano sarà aggiornato prima dell'inizio dei lavori di costruzione e presentato all'autorità competente per essere esaminato. Tale piano terrà conto delle pianificazioni cantonali in materia di rifiuti, dei piani di estrazione, dei piani di riempimento ecc.		x			AAL	FU USTRA
Ar 2	Le macchine e gli apparecchi per l'impiego in cantieri in Svizzera devono soddisfare le esigenze dell'articolo 19a OIAt [34] per quanto attiene a potenza e anno di fabbricazione.			x		Impresa	AAL

6.2. Schede delle misure

Dati chiave	
Nome: Dorfbach Cantone, Comune: Aargau, Spreitenbach Parcella: 2950 Superficie: 150 m^2	
Obiettivi	
Obiettivo d'attuazione	Ripristino della vegetazione ripuale.
Obiettivo d'impatto	Ripristino di una vegetazione ripuale adeguata al sito e con alto valore ecologico, analoga alla situazione iniziale.
Attuazione	
Responsabilità	Committente, USTRA
Competenze	Realizzazione: AAL Manutenzione/Cura nei primi 5 anni dal completamento del cantiere: specifico per il progetto (AAL, unità territoriale o impresa) Manutenzione/Cura dopo i 5 anni: USTRA
Suolo	Il suolo rimosso e temporaneamente stoccato sarà ripristinato allo stato originale.
Piantagione / Semina	Piantumazione di arbusti e alberi autoctoni e adatti al sito: *Salix caprea, Salix purpurea und andere Salix sp., Alnus incana, Ulmus glabra, Betula pendula*.
Termine	La misura deve essere attuata immediatamente dopo il completamento dei lavori di costruzione.
Manutenzione	Potatura ogni 2 anni; la trinciatura deve essere rimossa e parzialmente ammucchiata. Controllare la presenza di piante neofite e rimuoverle se necessario.
Controllo dell'efficacia	Controllo dell'efficacia della misura nel 1° e 3° anno e controllo dell'efficacia della misura dopo 5 anni da parte di uno specialista (specifico per il progetto: AAL, unità territoriale o impresa). Se necessario, avviare misure di piantumazione e/o manutenzione supplementari.

80. Rilevamento dello stato di inquinamento acustico (ZEL)

Introduzione

- Il ZEL fornisce un riepilogo e una valutazione delle informazioni rilevanti per la determinazione del livello di inquinamento acustico sulla rete delle strade nazionali. Scopo del ZEL è evidenziare se i provvedimenti di protezione fonica attuati assicurino il rispetto dei requisiti di legge o se ai fini della conformità siano necessarie ulteriori misure antirumore.
- Oltre alla determinazione del rumore stradale, una componente importante del ZEL è la valutazione di diversi aspetti acusticamente rilevanti sulla base di un sistema semplice e intuitivo comprendente criteri di valutazione, punteggi e colori corrispondenti (cfr. da 80.2 a 80.6). Questa valutazione acustica fornisce una rapida panoramica delle necessità d'intervento ancora inevase per l'abbattimento del rumore e delle relative priorità, consentendo di attestare lo stato e i progressi nel campo della lotta all'inquinamento acustico.
- I risultati del ZEL vanno presentati all'EP in un dossier separato.
- La determinazione del rumore stradale sulle strade nazionali avviene fondamentalmente secondo le indicazioni fornite nel Manuale per il rumore stradale (UFAM/USTRA, Pratica ambientale 06/37), nell'Aiuto all'esecuzione sonROAD18 (UFAM 2023) e nel Manuale tecnico T/U, scheda 21001-20103. I requisiti specifici per il dossier ZEL (valutazione acustica, piani, ecc.) sono spiegati in questa scheda tecnica.
- Dopo la realizzazione dei progetti viene redatto un ZEL di collaudo ("Abnahme-ZEL"). In questo caso, il presente foglio tecnico deve essere applicato per analogia.

Scopo

- Il ZEL è orientato principalmente alla Pianificazione della conservazione. Si tratta di uno strumento utile soprattutto ai fini dell'attuazione dei provvedimenti di isolamento acustico (protezione antirumore) ed è utilizzato in particolare per le seguenti finalità:
  - tenuta annuale del catasto dei rumori (cfr. scheda Manuale tecnico T/U 21 001-20104)
  - determinazione delle necessità d'intervento o dell'esigenza di nuovi progetti di protezione fonica (EP→PM)
  - mezzo di comunicazione, per l'informazione al pubblico secondo l'art. 37 dell'OIF.
- I risultati del ZEL e i contenuti del rispettivo dossier forniscono le basi per i rapporti tecnici sulla protezione fonica delle varie fasi di progetto e sono indirizzati anche al Project Management (PM).

ZEL nel corso della pianificazione della manutenzione

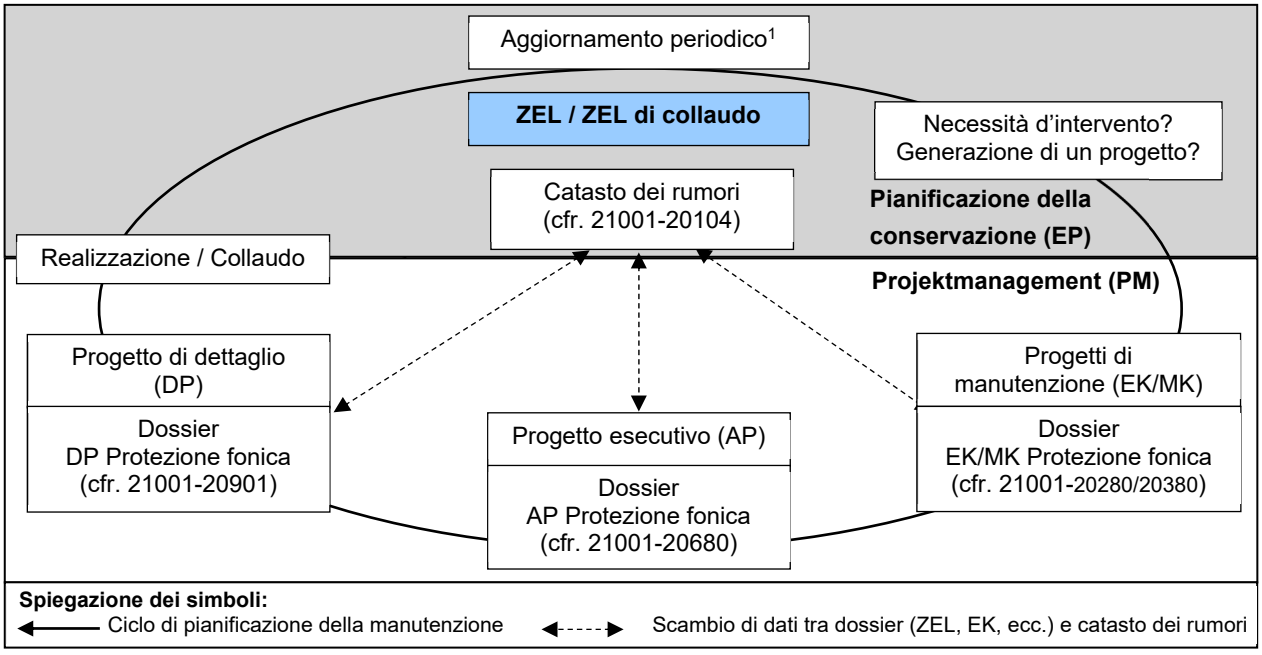


Fig. 1: ZEL nel corso della pianificazione della manutenzione

[1] Di norma, un ZEL viene realizzato solo una prima volta per documentare lo stato effettivo, mentre lo stesso viene verificato/aggiornato nell'ambito del ZEL di collaudo, della generazione di un progetto o dell'elaborazione di un progetto di manutenzione. Il ZEL di collaudo serve, fra l'altro, alla successiva generazione di progetto.

- Per la verifica normativa, nel ZEL si tiene conto dell'aumento atteso delle emissioni acustiche dovuto al traffico entro un orizzonte di pianificazione futuro stabilito a livello dell'intera rete (cfr. scheda 20001-20001). Si presume quindi che le previsioni formulate in un ZEL mantengano la loro validità per un decennio.
- Analogamente al rilevamento dello stato per i manufatti, il ZEL va ripetuto ad intervalli adeguati alla problematica in questione. In considerazione dell'approccio e degli obiettivi della pianificazione della manutenzione, affinché l'USTRA possa adempiere ai propri compiti è necessario rispettare le cadenze seguenti:
  - all'inizio di un ciclo di manutenzione (aggiornamento periodico da parte dell'EP ogni 15 anni ca.)
  - nell'ambito della progettazione (ad es. EK), quando non è disponibile alcun dossier ZEL, quando l'ultimo ZEL è stato redatto da oltre 15 anni o quando rispetto all'attuale dossier ZEL siano previste immissioni foniche sensibilmente più elevate (cfr. la definizione fornita nel cap. 3.2 del Manuale per il rumore stradale)
  - dopo la realizzazione di nuovi provvedimenti di protezione fonica (ZEL di collaudo, "*Abnahme-ZEL*").

Prestazioni del ZEL

- Rapporto tecnico ZEL secondo cap. 80.1.
- Calcolo del rumore e valutazione (cfr. Manuale tecnico T/U, scheda TMB 21 001-20103)
- Valutazione acustica
  - Valutazione globale
  - Valutazione di edifici / parcelle non edificate, pavimentazioni stradali e opere acusticamente rilevanti
- Necessità di protezione fonica
  - Inquadramento dell'obbligo di risanamento, panoramica dei casi di superamento dei valori limite
  - Studio di massima dei provvedimenti, elenco dei provvedimenti necessari per il rispetto dei valori limite, valutazione indicativa della fattibilità degli interventi.
  - Calcolo dei costi dei provvedimenti di protezione fonica sulla base dei costi unitari (cfr. Manuale tecnico T/U, scheda 21 001-20106)
- Piani d'insieme
  - Redazione dei piani d'insieme con dati di base della pianificazione territoriale, valutazione acustica globale e valutazione acustica degli edifici, delle pavimentazioni stradali e delle opere acusticamente rilevanti (cfr. da 80.2 a 80.6).

    Nota: Le informazioni richieste non devono necessariamente essere documentate separatamente, ma possono essere se possibile riunite in un unico piano.
- Archivio elettronico con i dati del modello
  - Registrazione e messa a disposizione dei dati in formato elettronico (dossier ZEL, modello di calcolo, ecc.), cfr. 80.7
- ASTRA LB (catasto dei rumori)
  - Inserimento dei dati sul rumore nel catasto dei rumori (cfr. Manuale tecnico T/U, scheda 21 001-20104).

Risultato

- Dossier ZEL all'attenzione della Pianificazione della conservazione (EP).
- Modello di calcolo 3D aggiornato dell'area presa in esame (cfr. Manuale tecnico T/U, scheda 21001-20103).
- Valutazione acustica globale aggiornata (cfr. Manuale tecnico T/U, Scheda 21001-20105).
- Catasto dei rumori aggiornato (cfr. Manuale tecnico T/U, scheda 21001-20104).
- Previsioni di traffico ed emissioni convalidate, se possibile aggiornate (cfr. scheda 20001-20001).

Dossier

- Documenti modello da scaricare: www.astra.admin.ch (area tecnico-amministrativa / Documentazione tecnica strade nazionali / Sostegno tecnico / Ausilio per la progettazione).

	ZEL	**Rilevamento dello stato di inquinamento acustico**			
	Cap.	Sottocap.	Temi e documenti	Scala	Scheda tecnica (n. di riferimento)
T/U TRACCIATO E AMBIENTE	**80**	**Isolamento acustico**			
		80.1	Rapporto tecnico ZEL		20 001-20004
		80.2	Valutazione acustica globale	1:25'000	21 001-20105
		80.3	Aspetti pianificatori	1:2'500	20 001-20004
		80.4	Valutazione acustica degli edifici - Stato attuale	1:2'500	
		80.5	Valutazione acustica degli edifici - Verifica di conformità	1:2'500	
		80.6	Valutazione acustica delle opere edili e delle pavimentazioni	1:2'500	
		80.7	Archivio elettronico con dati i del modello		
		80.8	ASTRA LB		21 001-20104
Approvazione ZEL (solo internamente all'USTRA, 1 dossier a EP)					

80.1 Rapporto tecnico ZEL

Rapporto tecnico ZEL - Sommario

1. Introduzione
   - 1.1 Incarico
   - 1.2 Obiettivi
   - 1.3 Requisiti normativi
   - 1.4 Progetti giuridicamente validi e decisioni acusticamente rilevanti
   - 1.5 Novità rispetto ai precedenti ZEL e LSP
2. Documenti di base
   - 2.1 Perimetro di progetto e di studio
   - 2.2 Valori limite
   - 2.3 Aspetti pianificatori
   - 2.4 Basi di calcolo
     - 2.4.1 Metodo di determinazione
     - 2.4.2 Modello di calcolo
     - 2.4.3 Dati di traffico
     - 2.4.4 Velocità
     - 2.4.5 Pavimentazione stradale
     - 2.4.6 Opere acusticamente rilevanti
   - 2.5 Misurazioni acustiche
     - 2.5.1 Misurazioni di corta durata (MCD / KZM)
     - 2.5.2 Misurazioni di lunga durata (MLD / LZM)
     - 2.5.3 Misurazioni acustiche della pavimentazione
   - 2.6 Correzioni del modello
     - 2.6.1 Panoramica delle misurazioni, confronto con il modello di calcolo
     - 2.6.2 Correzione per la pendenza
     - 2.6.3 Correzione per la pavimentazione
     - 2.6.4 Correzione per l'immissione fonica notturna
     - 2.6.5 Correzione per i giunti di transizione
     - 2.6.6 Correzione generale del modello
     - 2.6.7 Riepilogo di tutte le correzioni del modello
   - 2.7 Emissioni
   - 2.8 Provvedimenti di protezione fonica esistenti
   - 2.9 Facilitazioni accordate
3. Immissioni foniche
   - 3.1 Scenari esaminati
   - 3.2 Immissioni foniche - Stato attuale e Verifica di conformità
   - 3.3 Efficacia della protezione fonica esistente
4. Valutazione acustica
   - 4.1 Criteri di valutazione
   - 4.2 Valutazione acustica globale
   - 4.3 Valutazione acustica delle barriere antirumore
   - 4.4 Valutazione acustica dei giunti di transizione
   - 4.5 Valutazione acustica delle pavimentazioni stradali
   - 4.6 Valutazione acustica dei portali di gallerie
   - 4.7 Valutazione acustica di altre opere acusticamente rilevanti
   - 4.8 Valutazione acustica degli edifici
5. Necessità di protezione fonica rilevate
   - 5.1 Panoramica delle necessità di risanamento
   - 5.2 Estensione della protezione fonica (studio di massima dei provvedimenti fonici)
   - 5.3 Facilitazioni
   - 5.4 Provvedimenti di protezione fonica sugli edifici
   - 5.5 Costi per le necessità di protezione fonica rilevate
   - 5.6 Raccomandazioni finali
6. Decisioni del committente e firme

Rapporto tecnico ZEL - Appendici

1. Perimetro di progetto (panoramica)
2. Emissioni
   - 2.1 Traffico / emissioni - Stato attuale
   - 2.2 Traffico / emissioni - Verifica di conformità
3. Misurazioni acustiche
   - 3.1 Piano d'insieme misurazioni e correzioni del modello
   - 3.2 Normalizzazione misurazioni di corta durata (MCD / KZM)
   - 3.3 Normalizzazione misurazioni di lunga durata (MLD / LZM)
   - 3.4 Protocolli misurazioni di corta durata (MCD / KZM)
   - 3.5 Protocolli misurazioni di lunga durata (MLD / LZM)
   - 3.6 Protocolli misurazioni della pavimentazione
4. Carichi fonici
   - 4.1 Superamenti dei valori limite per lo Stato attuale e per la Verifica di conformità[1]*
   - 4.2 Tabella del carico acustico per lo Stato attuale e per la Verifica di conformità[1]*
5. Valutazione acustica
   - 5.1 Valutazione acustica globale
   - 5.2 Valutazione acustica Verifica di conformità, facilitazioni, immissioni foniche massime consentite (Max.Bel) e finestre fonoisolanti
   - 5.3 Immissioni foniche massime consentite ai sensi dell'art. 37a OIF per immobili con superamento del valore limite effettivo a causa delle SN e con facilitazioni valide in essere
   - 5.4 Immissioni foniche massime consentite ai sensi dell'art. 37a OIF per immobili senza superamento del valore limite effettivo a causa delle SN e senza facilitazioni
6. Opere edili - Valutazione acustica
   - 6.1 Barriere antirumore
   - 6.2 Ponti / giunti di transizione
   - 6.3 Pavimentazioni stradali
   - 6.4 Portali di gallerie
   - 6.5 Altre opere edili acusticamente rilevanti
7. Opere edili – dati di base (situazione, sezioni, ecc.)
   - 7.1 Barriere antirumore
   - 7.2 Ponti / giunti di transizione
   - 7.3 Pavimentazioni stradali
   - 7.4 Portali di gallerie
   - 7.5 Altre opere edili acusticamente rilevanti
   - 7.6 Lista delle finestre fonoisolanti esistenti
8. Decisioni preesistenti di facilitazioni accordate o finestre antirumore

Allegati

- 80.2 Valutazione acustica globale
- 80.3 Aspetti pianificatori
- 80.4 Valutazione acustica degli edifici - Stato attuale
- 80.5 Valutazione acustica degli edifici – Verifica di conformità
- 80.6 Valutazione acustica delle pavimentazioni e delle delle opere edili
- 80.7 Archivio elettronico con i dati del modello Incluso[2]
  - Piano degli oggetti d'inventario
  - Piano delle pavimentazioni e delle carote
  - Piano della segnaletica e delle demarcazioni
  - Schizzi tecnici ei provvedimenti fonici

I capitoli riportati in grigio devono essere considerati solo nei progetti con calcoli eseguiti secondo StL86+.

[1] In aggiunta allo Stato attuale e alla Verifica di conformità è richiesta la valutazione e la documentazione dello Stato fittizio allo Stato della Verifica di conformità ma senza provvedimenti fonici (calcolo dell'effetto).

[2] I documenti aggiuntivi menzionati sono obbligatori nell'ambito di un ZEL di collaudo e facoltativi in tutti gli altri casi, secondo le istruzioni dell'USTRA.

80.2 Valutazione acustica globale

Prestazioni

- Prestazioni della valutazione acustica globale secondo la scheda 21001-20105.

Risultato

- Tavola sinottica e piano d'insieme della valutazione globale per tutti i tratti presi in esame nel perimetro di studio, numero di superamenti dei valori limite, ecc.

Spiegazioni

- Esempio di valutazione globale nei piani d'insieme e tabelle
- Criteri per la determinazione della nota globale (cfr. scheda 21001-20105).

Piano d'insieme valutazione acustica globale

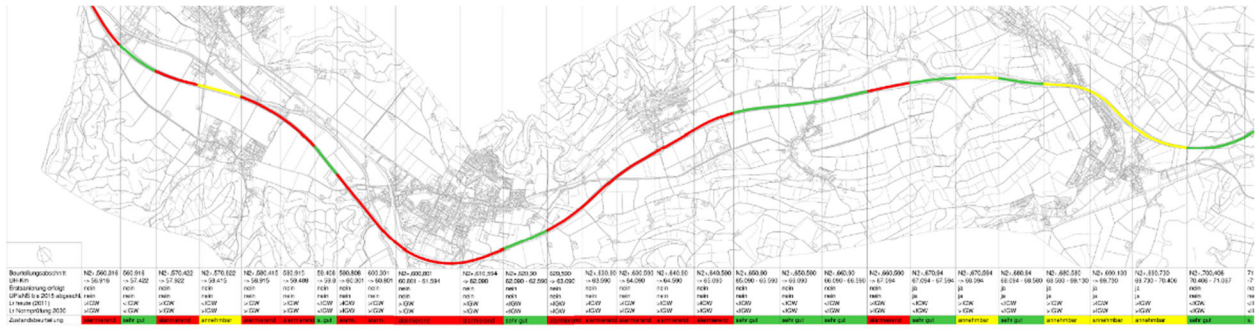


Tavola sinottica valutazione acustica globale

Beurteilungsabschnitte			Erstsanierung	Lärmbeurteilung Ist-Zustand (2011)				Lärmbeurteilung Normprüfung (2030)				Weiterer Handlungsbedarf			Gesuch AP	Global-note
ID ASTRA LB	Km	Km	Erstsanierung	Gebäude		Parzellen		Gebäude		Parzellen		Erleichterungen		SSF	Gesuch AP für LSM	
(im RBBS-System)	Anfang	Ende	noch bis 2015 erforderlich?	Lr>IGW	davon Lr>AW	Lr>IGW	davon Lr>AW	Lr>IGW	davon Lr>AW	Lr>IGW	davon Lr>AW	Gebäude	Parzellen	> AW	beim GS-UVEK eingereicht?	
N2+,640,590	64.590	65.090	ja	23	-	-	-	26	-	2	-	26	2	-	nein	5
N2+,650,90	65.090	65.590	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
N2+,650,590	65.590	66.090	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
N2+,660,90	66.090	66.590	ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
N2+,660,590	66.590	67.094	ja	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	nein	5
N2+,670,94	67.094	67.594	nein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
N2+,670,594	67.594	68.094	nein	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3

Legenda / Spiegazioni

Voto globale	Valutazione globale
1	Molto buono Termine di risanamento fissato dall'OIF è rispettato o non applicabile Nessuna necessità di provvedimenti di protezione fonica (supplementari)
2	Buono Termine di risanamento fissato dall'OIF è rispettato o non applicabile Necessità di provvedimenti di protezione fonica (supplementari) solo fra 10-15 anni
3	Accettabile Termine di risanamento fissato dall'OIF è rispettato o non applicabile Necessità di provvedimenti di protezione fonica supplementari
4	Scadente Termine di risanamento fissato dall'OIF è applicabile e non è rispettato Provvedimenti di protezione fonica necessari e realizzabili in tempi brevi (Domanda di AP per provvedimenti di isolamento acustico già presentata alla SG DATEC)
5	Pessimo Termine di risanamento fissato dall'OIF è applicabile e non è rispettato Provvedimenti di protezione fonica necessari e non realizzabili in tempi brevi (Domanda di AP per provvedimenti di isolamento acustico non ancora presentata alla SG DATEC)

80.3 Aspetti pianificatori

Prestazioni

- Nell'ambito del perimetro di studio, procedere alla raccolta dei seguenti dati di base della pianificazione territoriale, quindi inserirli nel modello di calcolo e rappresentarli in un piano d'insieme:
  - Gradi di sensibilità al rumore (GS)
  - Zone edificabili con urbanizzazione antecedente al 01.01.1985 / successiva al 01.01.1985
  - Edifici con permesso di costruzione antecedente al 01.01.1985 / successivo al 01.01.1985
  - Definizione degli oggetti con un uso sensibile al rumore (abitazioni, esercizi, scuole/residenze) per edificio, piano ed eventualmente facciata.

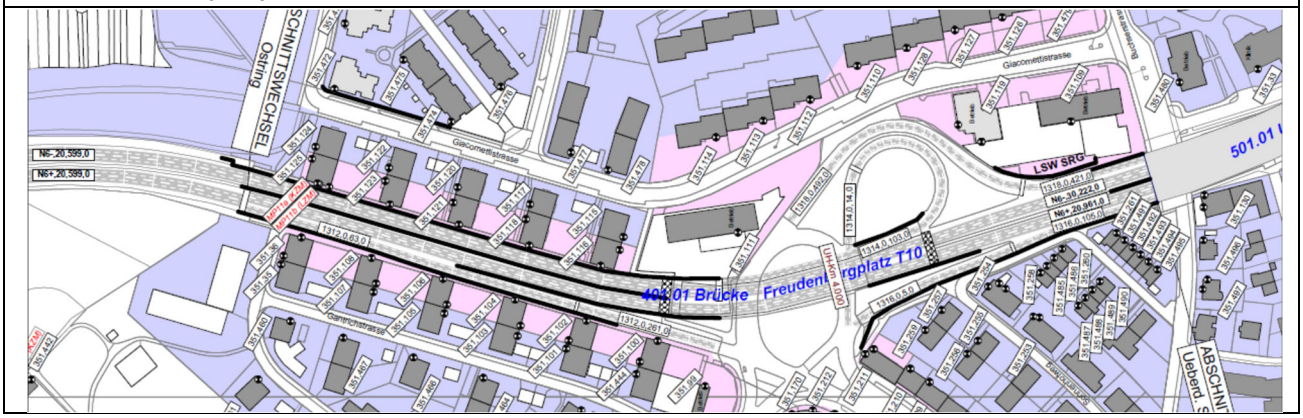
Risultato

- Piano d'insieme con gli aspetti pianificatori

Spiegazioni

- Il perimetro di studio e quindi il perimetro minimo di rilevamento comprende tutti gli immobili e le parcelle non edificate che si trovano entro l'area di influenza della strada nazionale ed esposti alle immissioni foniche superiori al limite "VLI -5 dBA"
- Specifiche per la rappresentazione in pianta: vedere gli esempi e la legenda sottostanti.

Piano d'insieme Aspetti pianificatori



Legenda				Codice cromatico RGB
Zone edificabili e gradi di sensibilità	Zone edificabili urbanizzate prima del 1.1.1985		Grado di sensibilità (GS) II	210/210/255
			Grado di sensibilità (GS) III	255/215/255
			Grado di sensibilità (GS) IV	226/197/197
	Zone edificabili urbanizzate dopo il 1.1.1985		Grado di sensibilità (GS) II	210/210/255
			Grado di sensibilità (GS) III	255/215/255
			Grado di sensibilità (GS) IV	226/197/197
	Aree al di fuori delle zone edificabili	Trasp.	Per gli edifici al di fuori delle zone edificabili si applica il GS III	-
Edifici	Con uso sensibile al rumore Permesso di costruzione prima del 01.01.1985		Permesso di costruzione prima del 01.01.1985	150/150/150
	Con uso sensibile al rumore Permesso di costruzione dopo il 01.01.1985		Permesso di costruzione dopo il 01.01.1985	221/221/221
	Senza uso sensibile al rumore, indipendentemente dalla data del permesso di costruzione	Bianco	(Permesso di costruzione irrilevante)	255/255/255
Punti di valutazione	Utilizzare un colore / un motivo per tutti i punti di valutazione, indipendentemente dal carico fonico			

Valori limite					
GS	Valore limite d'immissione (VLI) Lr in dBA		Valore d'allarme (VA) Lr in dBA		Ai sensi dell'art. 42 dell'OIF, per i locali aziendali siti in zone con grado di sensibilità I, II o III sono applicabili valori limite d'immissione superiori di 5 dB(A). Ai sensi dell'art. 41 dell'OIF, per le zone e gli edifici nei quali solitamente le persone soggiornano soltanto durante il giorno o durante la notte, i valori limite d'esposizione al rumore per la notte o per il giorno non sono applicabili.
	Giorno	Notte	Giorno	Notte	
GS II	60	50	70	65	
GS III	65	55	70	65	
GS IV	70	60	75	70	

80.4 Valutazione acustica degli edifici – Stato attuale

Prestazioni

- Elaborazione del piano d'insieme della valutazione acustica con lo stato attuale dell'isolamento acustico esistente:
  - Stato attuale definito a scatti di 5 anni
  - valutazione acustica in base ai criteri definiti
  - superamenti dei VLI o superamenti delle immissioni foniche massime consentite (Max.Bel.), ai sensi dell'art. 37a dell'OIF (in caso di agevolazioni in essere)
  - punti di valutazione (luogo del rilevamento)

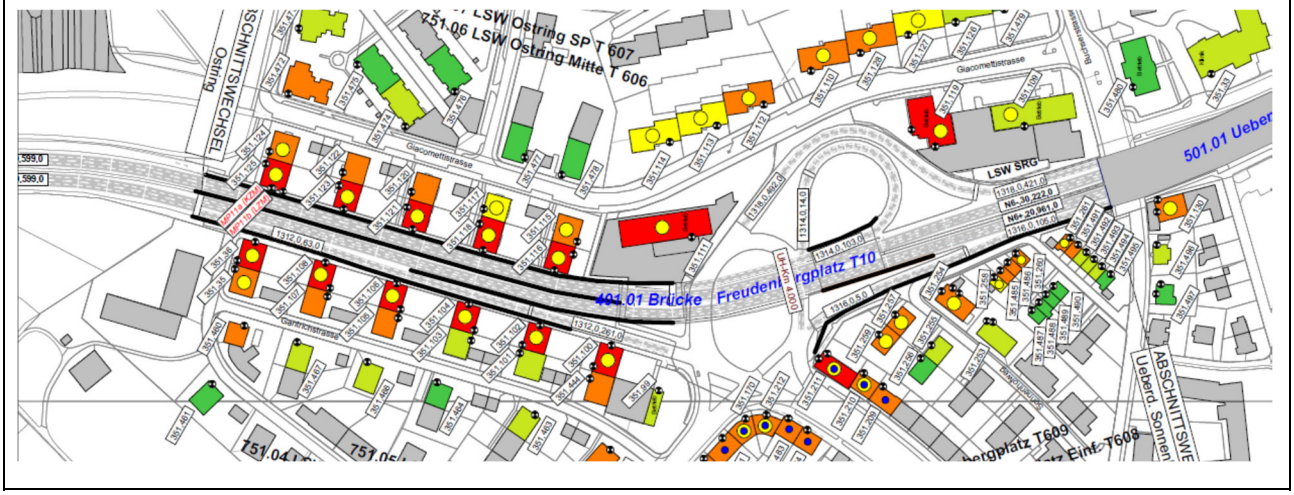
Risultato

- Piano d'insieme della valutazione fonica con lo stato attuale della protezione fonica esistente.

Spiegazioni

- Specifiche per la rappresentazione: vedere gli esempi e la legenda sottostanti.
- L'efficacia dell'isolamento acustico esistente è valutata sulla base del confronto con uno stato fittizio privo dei provvedimenti di protezione fonica implementati. Lo stato fittizio senza protezione fonica non viene tuttavia documentato nei piani.
- La valutazione va eseguita solo per oggetti (edifici e parcelle non edificate) con *obbligo di risanamento* secondo la definizione fornita nel Manuale per il rumore stradale.

Piano d'insieme valutazione acustica degli edifici – Stato attuale



Legenda / Criteri di valutazione

Valutazione		Codice cromatico	Livello max. definito	Criteri	Spiegazioni
1	Molto buono	rgb 70/200/70	no	Lr ≤ (VLI-5) dBA	Nessuna facilitazione necessaria
			sì	*Lr ≤ livello max. e (VLI-5) dBA	Facilitazione superflua
2	Buono	rgb 200/230/30	no	Lr ≤ VLI	Nessuna facilitazione necessaria
			sì	*Lr ≤ livello max. e VLI	Facilitazione superflua
3	Accettabile	rgb 255/255/0	no	-	-
			sì	Lr ≤ livello max. e Lr > VLI	Facilitazione valida
4	Scadente	rgb 255/125/0	no	Lr > VLI	Presentare domanda di facilitazione
			sì	Lr > livello max. e Lr > VLI	Presentare nuova domanda di facilitazione
5	Pessimo	rgb 255/0/0	no	Lr > VA	Presentare domanda di facilitazione
			sì	Lr > livello max. e Lr > VA	Presentare nuova domanda di facilitazione
9	Nessuna valutazione	rgb 192/192/192	non rilevante	Edifici / parcelle al di fuori del perimetro di studio o edifici / parcelle nel perimetro senza obbligo di risanamento da parte della strada nazionale	

Lr	Livello di valutazione del rumore
VLI / VA	Valore limite d'immissione / Valore d'allarme secondo l'Allegato 3 dell'Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF)
Max.Bel.	Immissioni foniche massime consentite: oggetto per il quale sono state definite le immissioni foniche massime consentite ai sensi dell'art. 37 a dell'OIF o per il quale sono state concesse facilitazioni nell'ambito di un progetto di risanamento fonico. * Le immissioni foniche massime consentite (Max.Bel.) sono generalmente fissate a un valore superiore al VLI. In virtù dei progressi nei metodi di rilevamento o a causa di modifiche nelle condizioni di valutazione dell'inquinamento acustico dal 1985 in poi, è tuttavia possibile che i livelli di esposizione al rumore di alcuni edifici siano oggi sensibilmente al di sotto del VLI, anche se allora era stato previsto il superamento delle soglie limite. In questi casi le decisioni sulle facilitazioni in essere risultano superflue.
FFI	Edificio con finestre fonoisolanti in seguito a risanamento fonico

80.5 Valutazione acustica degli edifici - Verifica di conformità

Prestazioni

- Elaborazione di un piano d'insieme della valutazione fonica con la protezione fonica esistente nell'orizzonte di pianificazione (Verifica di conformità). L'orizzonte di pianificazione è stabilito per l'intera rete di strade nazionali (cfr. 20001-20001).
- Contenuto del piano, cfr. punto 80.4.

Risultato

- Piano d'insieme della valutazione fonica con la protezione fonica esistente nell'orizzonte di pianificazione (Verifica di conformità).

Spiegazioni

- Cfr. punto 80.4.

80.6 Valutazione acustica delle pavimentazioni e delle opere edili

Prestazioni

- Elaborazione di un piano d'insieme della valutazione acustica di tutte le pavimentazioni stradali e delle opere acusticamente rilevanti sulla base dei criteri appositamente stabiliti:
  - pavimentazioni stradali (base: coefficiente caratteristico Kb nello stato attuale e nell'orizzonte di pianificazione)
  - barriere / terrapieni antirumore (base: stato tecnico, danni acusticamente rilevanti)
  - giunti di transizione (base: distanza da immobili e udibilità)
  - portali di gallerie (base: aumento delle immissioni acustiche, riverberi sulle pareti)
  - altre opere edili, quali ad esempio muri di sostegno in casi fondati.

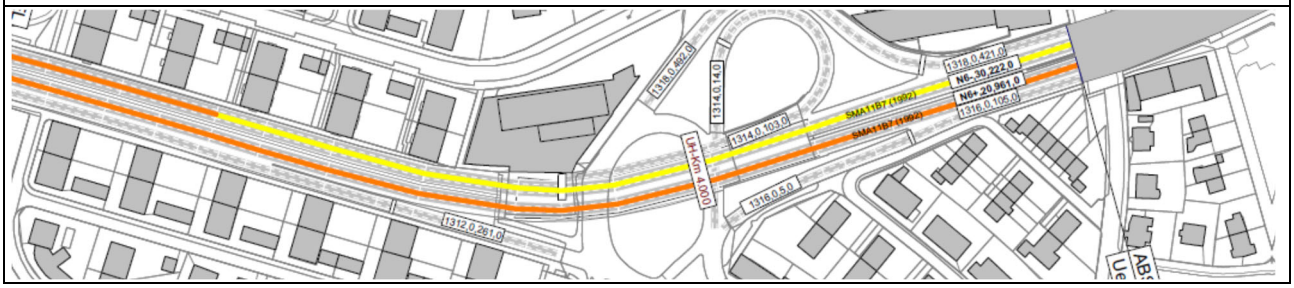
Risultato

- Piano d'insieme della valutazione acustica di pavimentazioni e opere acusticamente rilevanti.

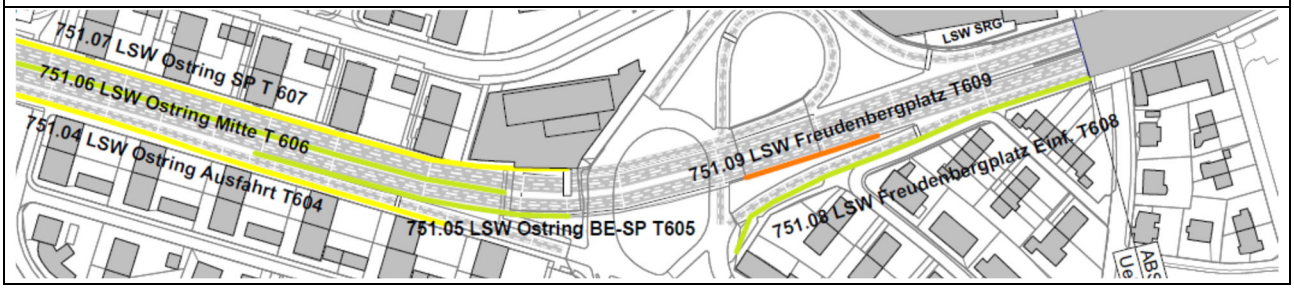
Spiegazioni

- Con questa valutazione si evidenziano le priorità e si semplifica il coordinamento con altri aspetti della manutenzione stradale.
- Specifiche per la rappresentazione: vedere gli esempi e la legenda sottostanti.

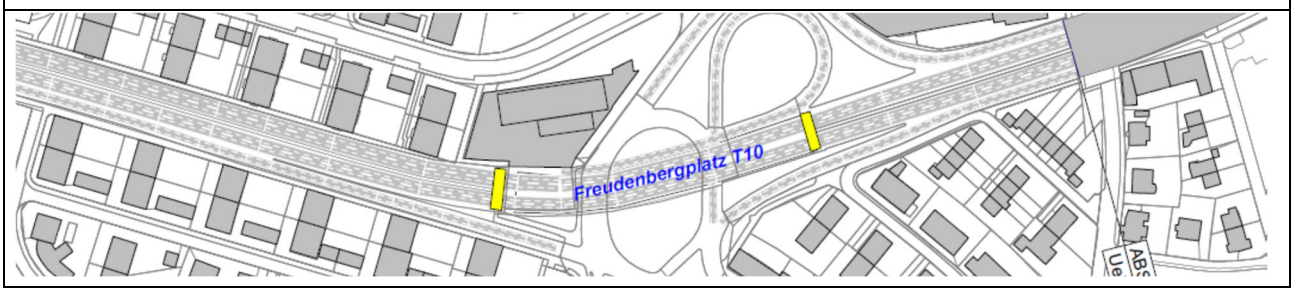
Piano d'insieme valutazione acustica pavimentazioni stradali (distinguere tra stato attuale e orizzonte di pianificazione)



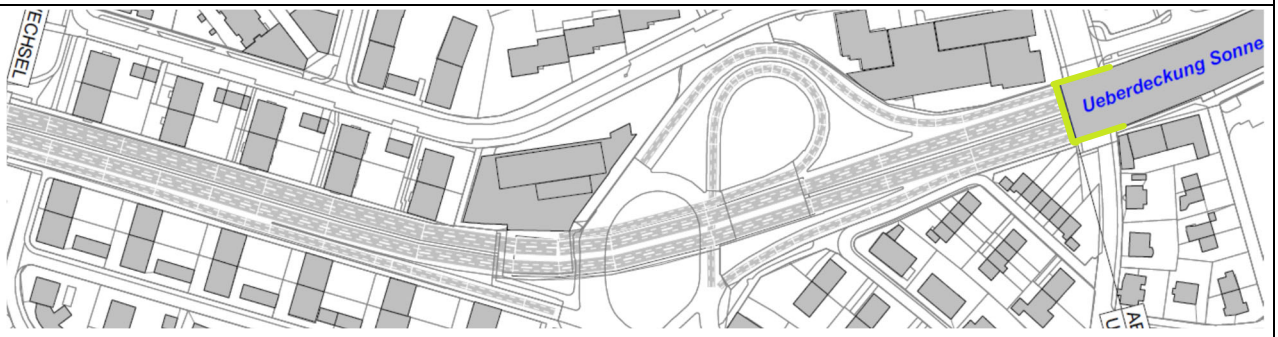
Piano d'insieme valutazione acustica barriere / terrapieni antirumore



Piano d'insieme valutazione acustica giunti di transizione



Piano d'insieme valutazione acustica portali di gallerie



Legenda / Criteri di valutazione

Valutazione acustica		Criteri per barriere antirumore	Criteri per pavimentazioni stradali	Criteri per giunti di transizione	Criteri per portali di gallerie
1	Molto buono	Nessun danno con possibili ripercussioni sull'isolamento acustico esistente	Kb verificato con misurazioni; Kb ≤ -1,5 dBA	Fondamentalmente impossibile	Nessuna influenza sulle immissioni acustiche
2	Buono	Danni limitati con possibili ripercussioni sull'isolamento acustico	Kb verificato con misurazioni; -1,5 < Kb ≤ 0 dBA	Nessun rumore impulsivo	Determina un aumento trascurabile del livello di rumore
3	Accettabile	Danni ingenti con ripercussioni attese sull'isolamento acustico	Kb verificato con misurazioni; 0 < Kb ≤ 1,5 dBA	Rumori impulsivi udibili senza difetti tecnici dei giunti di transizione	Determina un aumento sensibile del livello di rumore, tuttavia Lr < VLI / Max.Bel.
4	Scadente	Peggioramento dell'efficacia a causa di danni tecnici (dato provato)	Kb verificato con misurazioni; 1,5 < Kb ≤ 3 dBA	Rumori impulsivi udibili a causa di difetti tecnici dei giunti di transizione	Determina un aumento sensibile del livello di rumore e Lr > VLI / Max.Bel.
5	Pessimo	Efficacia molto bassa o inesistente a causa di danni tecnici (dato provato)	Kb verificato con misurazioni; Kb > 3 dBA	Rumori impulsivi chiaramente udibili a causa di difetti tecnici dei giunti di transizione	Determina un aumento sensibile del livello di rumore e Lr > VA
9	Nessuna valutazione	Nessuna indicazione sullo stato tecnico e acustico	Kb non noto; si ipotizza un valore Kb = 0	Nessuna indicazione sullo stato tecnico e acustico	Nessuna indicazione sullo stato tecnico e acustico

Documenti di base	Ispezione visiva Calcolo Misurazione acustica Rapporto sullo stato K	Misurazione acustica (anche con metodo CPX)	Ispezione visiva Calcolo Misurazione acustica Rapporto sullo stato K	Calcolo Misurazione acustica

Legenda:

VLI / VA	Valore limite d'immissione / Valore d'allarme
Lr	Livello di valutazione del rumore
Kb	Coefficiente caratteristico per la pavimentazione (cioè la correzione applicata in base alle caratteristiche acustiche della pavimentazione nel modello di calcolo)
Max.Bel.	Carico fonico massimo consentito ai sensi dell'art. 37 a dell'OIF o delle facilitazioni disposte

80.7 Archivio elettronico con dati del modello

Prestazioni

- Registrazione dei dati del modello per il calcolo del rumore (modello di calcolo 3D), così come sono utilizzati per rilevare i carichi fonici.
- Documentazione dei dati del modello, in modo che possano essere riutilizzati da terzi con la stessa versione del programma.
- Acclusione del rapporto tecnico (PDF e formati editabili) incl. i piani redatti secondo i punti da 80.02 a 80.06
- Acclusione della documentazione fotografica disponibile
- Acclusione di altri documenti di base di progettazione utilizzabili. (cfr. anche Cap. 80.1, Sommario 80.7) Per il ZEL di collaudo è necessario ad esempio accludere il piano degli oggetti d'inventario, il piano delle pavimentazione e delle carote, il piano della segnaletica e delle demarcazioni come pure gli schizzi tecnici di eventuali provvedimenti fonici. Nel caso di ZEL standard, questi documenti sono da accludere solo se a disposizione o su specifica richiesta dell'USTRA.

Risultato

- Archivio elettronico con dati del modello

Spiegazioni

- È possibile utilizzare diversi supporti di archiviazione (chiavetta USB, ecc.).

80.8 ASTRA LB

Prestazioni

- Inserimento dei dati acustici (oggetti, carichi fonici, provvedimenti, ecc.) nel catasto dei rumori secondo le istruzioni fornite nel Manuale per la raccolta dei dati (Documentazione IT 68015).

Risultato

- Aggiornamento del catasto dei rumori.

Spiegazioni

- Per i dettagli su prestazioni, risultato e scadenze, si veda il Manuale tecnico T/U, scheda 21001-20104.

1. Riferimenti

Ordinanza sulle strade nazionali OSN

Istruzioni ASTRA 7A030 Elaborazione di progetti generali delle strade nazionali

Istruzioni ASTRA 7A031 Elaborazione di progetti esecutivi delle strade nazionali

VSS 40 033 *Présentation des projets – Bases et exigence*s (Presentazione del progetto - principi e requisiti; disponibile solo in tedesco e francese)

SIA 400 Elaborazione dei piani nella costruzione

Manuali tecnici FHB T/U, T/G, K e BSA: schede tecniche "Contenuto del dossier EK, GP, MK, AP, MP, DP"

2. Aspetti generali

La presente scheda tecnica definisce i requisiti per la digitalizzazione dei dossier di progetto.

3. Requisiti

L'etichettatura, costruita in modo analogo a quella dei dossier in formato cartaceo, deve rimanere invariata per tutta la durata del progetto.

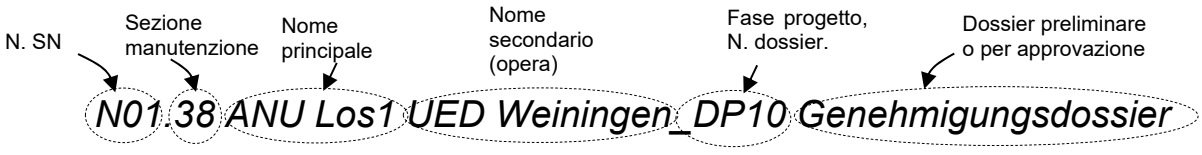
Dossier di progetto digitale

Il nome del dossier di progetto deve includere le seguenti informazioni:

- strada nazionale, sezione di manutenzione
- nome principale del progetto (denominazione abbreviata, eventuale numero del progetto)
- nome secondario del progetto
- fase progettuale EK, GP, MK, AP, MP, DP
- numero del dossier
- distinzione: dossier preliminare o dossier per approvazione

Esempio di etichettatura di un dossier di progetto:

N01.38 ANU Lot1 UED Weiningen_DP10 per approvazione



La struttura delle cartelle deve rispecchiare i capitoli delle schede tecniche "Contenuto del dossier EK, GP, MK, AP, MP, DP". I documenti PDF devono essere etichettati e organizzati secondo lo schema dei sottocapitoli specificati nelle relative schede tecniche (nessuna sottocartella eccetto "Allegati").

L'archiviazione dei dossier di progetto è stabilita nelle "Direttive organizzative per l'amministrazione aziendale" (OV) emanate dall'USTRA.

I nomi dei documenti all'interno del dossier devono contenere le informazioni pertinenti del dossier di progetto, al fine di garantire una chiara attribuzione e tracciabilità.

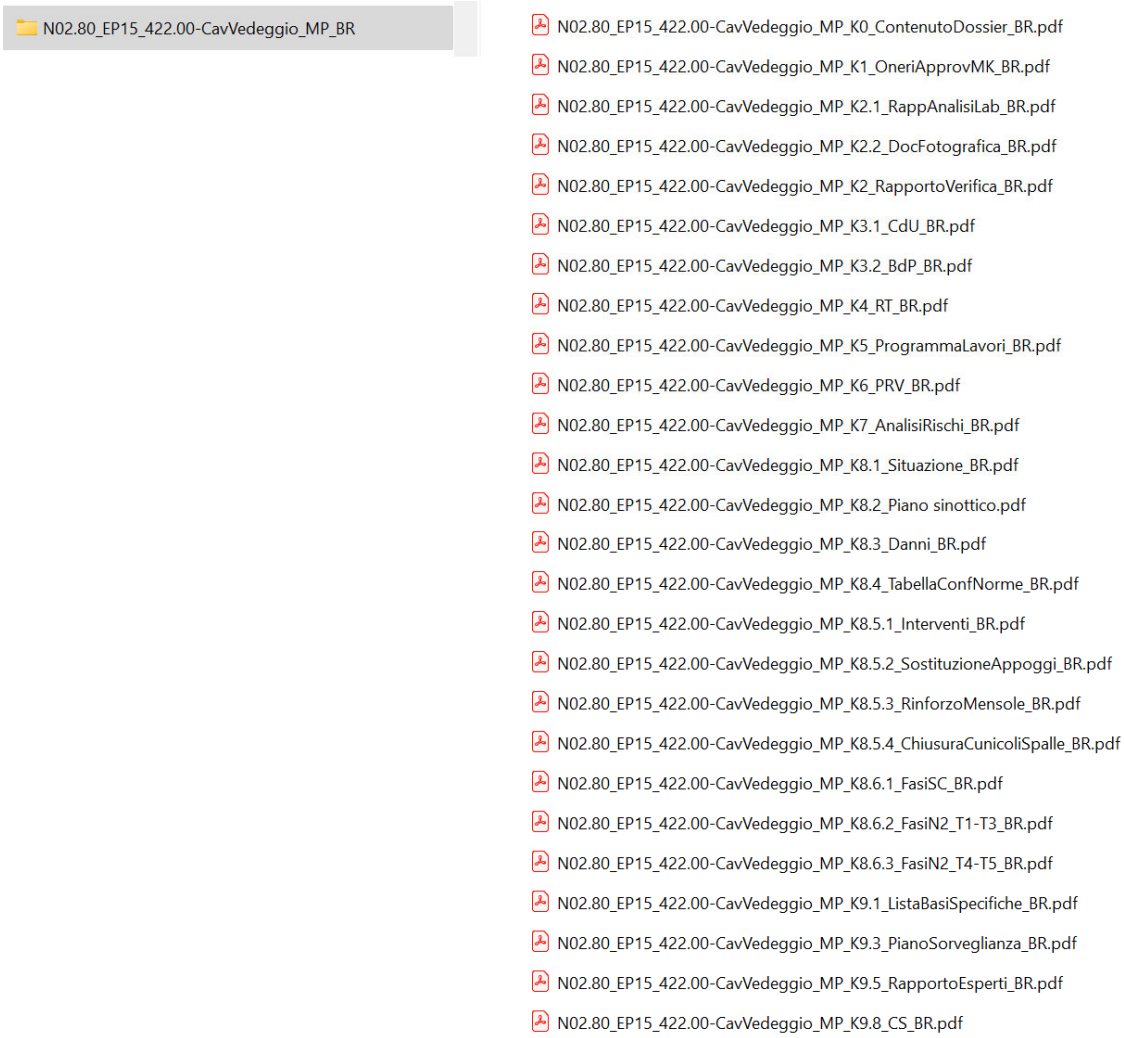
Documenti digitali

La numerazione dei documenti deve essere chiaramente riportata su ogni cartiglio, usualmente in alto a destra. In conformità alle schede tecniche "Contenuto del dossier EK, GP, MK, AP, MP, DP" i documenti sono numerati ed etichettati individualmente, ad es. 01, 02, 03.

I documenti elettronici devono soddisfare le seguenti informazioni:

- Numero del dossier, settore specialistico (tipo di dossier), numero e nome del documento.
- La risoluzione minima richiesta per gli elaborati grafici è di 1024 x768 pixel (standard grafico XGA). Il testo dei documenti deve essere obbligatoriamente riconoscibile (OCR in PDF/A).
- Il percorso assoluto con "nome del dossier\nome del sottodossier\nome del documento" non deve superare i 150 caratteri.
- Le informazioni vettoriali non devono essere incluse nel PDF.
- Dimensione massima del file: 50 MB

Esempio di dossier di progetto



EK Piano globale di conservazione

Documenti di base:
- Acquisizione dei documenti di base
- USTRA, Parte generale Prestazioni di progettaz. per progetti di conservaz.
- Progetti generali correlati

Gallerie e geotecnica (dossier tecnico)

N. doc.	**Temi** e documenti			Scala [valore indicativo]	Numero scheda tecnica
0	**Contenuto del dossier**			A4	
1	**Estratto della carta nazionale**		*(Dettaglio cartografico)*	1:25'000	
2	**Disegni dell'opera**		*(Raccolta degli schizzi progettuali disponibili dei singoli oggetti)*	Fogli A4	
3	**Piano degli oggetti d'inventario / piano di approvazione / perimetro del progetto (incl. SoMa, UeMa, VoMa)**			1:10'000 o 1:5'000	
4	**Rapporto di verifica**				
	1. Documenti di base				
		1.1	Introduzione		
		1.2	Norme, direttive, documentazione e manuali tecnici USTRA		
		1.3	Materiali		
		1.4	Piano di verifica		
		1.5	Valutazione dei documenti di base disponibili		
	2. Descrizione stato attuale / stato di progetto				
		2.1	Descrizione delle opere		
		2.2	Scopo e procedura della verifica, incl. limitazioni		
		2.3	Descrizione dello stato		
		2.4	Valutazione dello stato *(inclusi, in caso di dubbio o di opere di particolare importanza, i risultati più rilevanti delle verifiche statiche), con evoluzione prevista dello stato dell'opera*		
		2.5	Verifica della conformità a norme e direttive dello stato attuale *(con riferimento al piano sinottico in allegato)*		
		2.6	Elenco di eventuali rilevazioni dello stato, misure e analisi aggiuntive necessarie		
		2.7	Raccomandazione generale di misure *(se necessario)*		
5	**Convenzione d'utilizzazione (bozza)**				
6	**Relazione tecnica**				
	1. Riepilogo, panoramica del progetto				
	2. Introduzione				
		2.1	Obiettivi del progetto / mandato di progetto		
		2.2	Dati tecnici dell'oggetto/del tratto		
		2.3	Documenti di base del progetto		
		2.4	Delimitazioni e interfacce		
		2.5	Condizioni quadro		
	3. Stato secondo il rapporto di verifica		*(riepilogo)*		
	4. Misure previste				
		4.1	Studio di varianti *(riepilogo e raccomandazione di una variante) relativo a varianti strategiche*		
		4.2	Descrizione di eventuali misure urgenti (SoMa)		
		4.3	Descrizione di eventuali misure transitorie (UeMa)		
		4.4	Descrizione di eventuali misure anticipate (VoMa)		
	5. Realizzazione, gestione del traffico, piano delle scadenze				
		5.1	Esecuzione delle misure *(principi esecutivi)*		
		5.2	Gestione del traffico, aspetti della sicurezza		
		5,3	Fasi di cantiere e piano delle scadenze (dati di base)		
	6. Stima dei costi ± 20 %				
		6.1	Costi d'investimento con ripartizione dei costi *(riepilogo)*		
7	**Piano delle scadenze**				
8	**Stima dei costi ± 20 %**				
9	**Studio di varianti strategiche**				
	1. Analisi della situazione		*(Situazione iniziale)*		
	2. Definizione degli obiettivi		*(Catalogo degli obiettivi)*		

EK Piano globale di conservazione

Documenti di base:
- Acquisizione dei documenti di base
- USTRA, Parte generale Prestazioni di progettaz. per progetti di conservaz.
- Progetti generali correlati

N. doc.	**Temi** e documenti		Scala [valore indicativo]	Numero scheda tecnica
	3. Sintesi delle varianti	*(Elenco delle varianti, incluse le varianti parziali)*		
	4. Analisi e valutazione di massima	*(Analisi di sensibilità)*		
	5. Analisi e valutazione dettagliata delle varianti			
	6. Analisi dei rischi			
	7. Raccomandazione di una variante			
10	**Documenti di base specifici per il progetto**			
11	**Rapporto geologico / geotecnico**			
12	**Piano di sorveglianza**	*(se esistente)*		
13	**Metodologia per pericoli naturali**	*(se necessario)*		
14	**Rapporto degli esperti**	*(se necessario)*		
15	**Rapporto di verifica**	*(se necessario)*		
16	**Piano/i sinottico/i dei danni o tabella riepilogativa**	*(Localizzazione o elencazione di difetti e danni importanti)*	1:500 o 1:200 / 1:100	
17…x	**Altri piani**			

T/U - T/G - BSA : Parti EK parallele

Osservazioni importanti:

- Indicare chiaramente la numerazione dei documenti sul frontespizio
- D'intesa con gli specialisti T/G dell'USTRA, la mole del dossier e dei documenti può essere adattata alla rilevanza del progetto e alla difficoltà delle misure
- Allegare al dossier una chiavetta USB con i documenti in formato PDF
- La rappresentazione degli elaborati grafici deve rispettare le convenzioni fissate nella norma SIA 400. In tal senso, posizionare il riquadro delle iscrizioni (cartiglio) in basso a destra dell'elaborato grafico.

Piano globale di conservazione EK

Pianificazione EK

Osservazioni:
- In linea di principio, le prestazioni generali di progettazione (cfr. MT, scheda 20 001-00003) vanno osservate anche per Gallerie e geotecnica
- Nel presente documento sono elencate unicamente le prestazioni specifiche supplementari per Gallerie e geotecnica

Documenti di base e obiettivi:
- Si veda la scheda "Prestazioni generali" del modulo Progettazione (MT, scheda 20 001-00003)

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti
Organizzazione e amministrazione			
Descrizione e rappresentazione	- Dati sullo stato attuale delle infrastrutture dalle applicazioni MISTRA	- Definizione del perimetro di progetto dei manufatti all'interno del perimetro di conservazione (EP) - Dati sullo stato attuale da KUBA-DB	
Costi / finanziamento			
Scadenze			
Chiusura fase			

Documenti di base EK

Osservazioni:
- In linea di principio, le prestazioni generali di progettazione (cfr. MT, scheda 20 001-00003) vanno osservate anche per Gallerie e geotecnica
- Nel presente documento sono elencate unicamente le prestazioni specifiche supplementari per Gallerie e geotecnica

Documenti di base e obiettivi:
- Si veda la scheda "Prestazioni generali" del modulo Progettazione (MT, scheda 20 001-00003)
- Lista compilata dei documenti di base specifici per il progetto (scheda 20 001-20009)

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti

Organizzazione e amministrazione	- Documenti quali rapporto di ispezione, ecc.	- Preparazione dei seguenti documenti:
		  - Tabelle di rapporto Excel KUBA-DB
		  - Ultimo rapporto di ispezione per galleria, opera di sostegno e opera di protezione
		  - Lista dei documenti di base specifici per il progetto	

Descrizione e rappresentazione	- Documenti di base specifici (scheda 20 001-20009)		- Incluso rendiconto dei documenti di base ancora mancanti
Costi / finanziamento			
Scadenze			
Chiusura fase			

Progettazione EK

Osservazioni:
- In linea di principio, le prestazioni generali di progettazione (cfr. MT, scheda 20 001-00003) vanno osservate anche per Gallerie e geotecnica
- Nel presente documento sono elencate unicamente le prestazioni specifiche supplementari per Gallerie e geotecnica

Documenti di base e obiettivi:
Si veda la scheda "Prestazioni generali" del modulo Progettazione (MT, scheda 20 001-00003)

Obiettivi:
- Studio delle varianti e raccomandazione della variante migliore

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti	Galleria	Opere di sost.	Opere di protez.
Organizzazione e amministrazione		- Raccomandazione geologo / ingegnere geotecnico del committente				
Descrizione e rappresentazione	**Piano degli oggetti d'inventario / piano di approvazione / perimetro del progetto (incl. SoMa, UeMa, VoMa)**					
	Documenti di base - Modello del terreno		- Creazione, integrazione del modello del terreno, incl. rapporti idrogeologici			
	Documentazione dei dati raccolti sullo stato attuale, quali rapporti di ispezione, eventuali rapporti di verifica, ecc.	- Presa visione e approvazione delle fasi successive	- Interpretazione dei rapporti di ispezione - Predisposizione e interpretazione di ispezioni intermedie o straordinarie eventualmente necessarie, così come di misure di controllo e analisi speciali, ad es. RRA.			
	Rapporto di verifica Tipo e contenuti del rapporto di verifica secondo il cap. 5 della direttiva USTRA 12002 "*Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der NS"* (Sorveglianza e manutenzione dei manufatti delle SN)	- Decisione sulla necessità di una verifica dettagliata preliminare in questa fase o nell'MK - Decisione sulla necessità di una verifica statica e sismica - Eventuale incarico a esperti	- Esecuzione di una verifica generale, ai sensi del cap. 5 della direttiva USTRA 12002 su sorveglianza e manutenzione dei manufatti delle strade nazionali - Segnalazione della necessità di coinvolgere un esperto per attività speciali - Esecuzione della verifica dettagliata richiesta, per consentire di prendere la decisione strategica sulle varianti nell'EK - Elaborazione di una proposta di verifica dettagliata per l'MK - Eventuale verifica statica e sismica			
	Convenzione d'utilizzazione - Vedere il manuale tecnico K, schede n. 22 001-20111 e -20112					
	Relazione tecnica - Per le gallerie, questa relazione deve contenere gli elementi principali secondo i contenuti elencati nel manuale tecnico T/G, scheda 24 001-20201 - Per tutti i restanti oggetti minori, i contenuti possono essere adeguati in misura corrispondente.	- Presa visione, decisione e avvio delle misure urgenti, preventive e transitorie (SoMa, VoMa e UeMa)	- La relazione tecnica deve essere sintetica ed esaustiva.			

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti	Galleria	Opere di sost.	Opere di protez.
	Progettazione / analisi - Studio dettagliato delle varianti strategiche per la galleria - Per tutti i restanti oggetti minori, i contenuti possono essere adeguati in misura corrispondente. - Richiesta di selezione delle varianti e prosieguo	- Decisione sulla scelta della variante	- Presentazione di varianti prioritarie (strategiche) per il progetto di conservazione in relazione ad altre infrastrutture - Valutazione dei rischi del progetto (pericoli naturali, realizzazione, gestione del traffico, ecc.) - Proposta di decisione strategica sulle varianti - Confronto tra varianti con e senza la rispettiva influenza sul traffico, analisi del ciclo di vita per determinazione dei costi.			
	Dossier di progetto EK - Vedere i contenuti, manuale T/G, scheda 24 001-20201 - Nell'ambito della documentazione completa di un EK, tutti gli oggetti T/G devono essere raccolti insieme in un dossier di progetto.					
Costi / finanziamento						
Scadenze	- Programma delle scadenze nell'ambito della fase di progetto	- Programma delle scadenze, incl. indagini di riferimento, preparazione dei documenti e piani per l'intera fase di pianificazione				
Chiusura fase						

MK Piano di intervento

Documenti di base:
- Piano globale di conservazione (EK)
- USTRA, Parte generale, Prestazioni per progetti di conservazione

Gallerie e geotecnica (dossier tecnico)

N. doc.	**Temi** e documenti			Scala [valore indicativo]	Numero scheda tecnica
0	**Contenuto del dossier**			Foglio A4	
1	**Estratto della carta nazionale**		*(Dettaglio cartografico)*	1:25'000	
2	**Disegni dell'opera**		*(Raccolta degli schizzi progettuali disponibili dei singoli oggetti)*	Fogli A4	
3	**Piano degli oggetti d'inventario / piano di approvazione / perimetro del progetto**			1:10'000 o 1:5'000	
4	**Vincoli di approvazione EK, attuazione vincoli di approvazione EK**				
5	**Rapporto di verifica (integrato e aggiornato)**				
	1. Documenti di base				
		1.1	Introduzione		
		1.2	Norme, direttive, documentazione e manuali tecnici USTRA		
		1.3	Materiali		
		1.4	Piano di verifica		
		1.5	Valutazione dei documenti di base disponibili		
	2. Descrizione stato attuale / stato di progetto				
		2.1	Descrizione delle opere		
		2.2	Scopo e procedura della verifica, incl. limitazioni		
		2.3	Descrizione dello stato		
		2.4	Valutazione dello stato *(incl. valutazione del valore di conservazione delle opere, valutazione delle portanze e risultati rilevanti delle verifiche statiche in formato tabellare), con evoluzione prevista dello stato dell'opera*		
		2.5	Verifica della conformità a norme e direttive dello stato attuale *(se necessario, con riferimento al piano sinottico in allegato)*		
		2.6	Elenco di eventuali rilevazioni dello stato, misure e analisi aggiuntive necessarie per l'elaborazione dell'MP		
6	**Convenzione d'utilizzazione (integrata e aggiornata)**				
7	**Base del progetto (bozza)**				
8	**Relazione tecnica**				
	1. Riepilogo, panoramica del progetto				
	2. Introduzione				
		2.1	Obiettivi del progetto / mandato di progetto		
		2.2	Dati tecnici dell'oggetto / del tratto		
		2.3	Documenti di base del progetto		
		2.4	Delimitazioni e interfacce		
		2.5	Condizioni quadro		
	3. Stato secondo il rapporto di verifica		*(riepilogo)*		
	4. Misure previste				
		4.1	Descrizione delle varianti tecniche e della rispettiva fattibilità, nonché valutazione della loro economicità e proporzionalità		
		4.2	Confronto delle varianti		
		4.3	Descrizione della variante di conservazione ottimale raccomandata e relative motivazioni, raccomandazione di misure		
		4.4	Descrizione di eventuali misure urgenti (SoMa)		
		4.5	Descrizione di eventuali misure transitorie (UeMa)		
		4.6	Descrizione di eventuali misure anticipate (VoMa)		
		4.7	Piano di drenaggio *(con schema a mano libera)*		
	5. Esecuzione, gestione del traffico, piano delle scadenze				
		5.1	Esecuzione delle misure *(principi esecutivi)*		
		5.2	Gestione del traffico, aspetti della sicurezza		
		5.3	Fasi di cantiere e piano delle scadenze		
	6. Preventivo dei costi ± 15 %				
		6.1	Costi d'investimento con ripartizione dei costi e suddivisio-		

MK Piano di intervento

Documenti di base:
- Piano globale di conservazione (EK)
- USTRA, Parte generale, Prestazioni per progetti di conservazione

N. doc.	**Temi** e documenti		Scala [valore indicativo]	Numero scheda tecnica
		ne tra manutenzione, ampliamento ed eliminazione di problemi di capacità *(riepilogo)*		
		6.2 Confronto dei costi EK / MK		
9	**Piano delle scadenze**			
10	**Preventivo dei costi ± 15 %**			
11	**Analisi dei rischi**			
12	**Piano/i dei danni o difetti**	*(Piano/i d'insieme degli oggetti interessati con localizzazione dei difetti, dei danni e dei punti di sondaggio)*	1:500 o 1:200 / 1:100	
13	**Piano sinottico di conformità o tabella**	*(Se necessario, piano sinottico riguardante la conformità a norme e direttive dello stato attuale)*		
14	**Piano/i di intervento**	*(Piano/i d'insieme degli oggetti interessati con proposte di intervento)*	1:500 o 1:200 / 1:100 / 1:50	
15	**Fasi di cantiere e gestione del traffico**	*(Schemi o piani relativi alle fasi di cantiere e alla gestione del traffico durante i lavori)*		
16	**Documenti di base specifici per il progetto**			20 001-00009
17	**Rapporto geologico / geotecnico**	*(incl. rappresentazione in pianta)*		
18	**Piano di sorveglianza**			
19	**Metodologia per pericoli naturali**	*(se necessario)*		
20	**Rapporto degli esperti**	*(se necessario)*		
21	**Rapporto di verifica**	*(se necessario)*		
22	**Logistica di cantiere**			
23	**Calcoli statici**	*(se disponibili)*		
24	**Parere di EP, GE, responsabile della sicurezza GE, ecc.**			
25…x	**Altri piani e allegati**			

T/U - K - BSA : Parti MK parallele

Processo di approvazione MK (1 dossier : sintesi + T/U + K + BSA + T/G)

Osservazioni importanti:

- Indicare chiaramente la numerazione dei documenti sul frontespizio
- D'intesa con gli specialisti T/G dell'USTRA, la mole del dossier e dei documenti può essere adattata alla rilevanza del progetto e alla difficoltà delle misure
- Allegare al dossier una chiavetta USB con i documenti in formato PDF
- Se presente solo il dossier specifico T/G, allegare comunque i documenti richiesti dagli altri settori specialistici T/U, K e BSA (p.es. Relazione ambientale)
- La rappresentazione degli elaborati grafici deve rispettare le convenzioni fissate nella norma SIA 400. In tal senso, posizionare il riquadro delle iscrizioni (cartiglio) in basso a destra dell'elaborato grafico.

Piano di intervento MK

Pianificazione MK

Osservazioni:
- In linea di principio, le prestazioni generali di progettazione (cfr. MT, scheda 20 001-00003) vanno osservate anche per Gallerie e geotecnica
- Nel presente documento sono elencate unicamente le prestazioni specifiche supplementari relative a Gallerie e geotecnica

Documenti di base e obiettivi:
- Si veda la scheda "Prestazioni generali" del modulo Progettazione (MT, scheda 20 001-00003)

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti
Organizzazione e amministrazione			
Descrizione e rappresentazione			
Costi / finanziamento			
Scadenze			
Chiusura fase			

Documenti di base MK

Osservazioni:
- In linea di principio, le prestazioni generali di progettazione (cfr. MT, scheda 20 001-00003) vanno osservate anche per Gallerie e geotecnica
- Nel presente documento sono elencate unicamente le prestazioni specifiche supplementari relative a Gallerie e geotecnica

Documenti di base e scopi:
- Si veda la scheda "Prestazioni generali" del modulo Progettazione (MT, scheda 20 001-00003)
- Lista compilata dei documenti di base specifici per il progetto (scheda tecnica 20 001-20009)

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti
Organizzazione e amministrazione			
Descrizione e rappresentazione			
Costi / finanziamento			
Scadenze			
Chiusura fase			

Progettazione MK

Osservazioni:
- In linea di principio, le prestazioni generali di progettazione (cfr. MT, scheda 20 001-00003) vanno osservate anche per Gallerie e geotecnica
- Nel presente documento sono elencate unicamente le prestazioni specifiche supplementari relative a Gallerie e geotecnica

Documenti di base e obiettivi:
- Si veda la scheda "Prestazioni generali" del modulo Progettazione (MT, scheda 20 001-00003)

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti	Galleria	Opere di sostegno	Opere di protezione
Organizzazione e amministrazione		- Raccomandazione geologo / ingegnere geotecnico del committente	- Organizzazione nell'attuazione dei principi di QM per Gallerie e geotecnica con riferimento al progetto			
Descrizione e rappresentazione	**Piano degli oggetti d'inventario / piano di approvazione / perimetro del progetto (incl. SoMa, UeMa, VoMa)**	-	-			
	Documenti di base	- Decisione sull'esecuzione di ulteriori sondaggi del terreno e della falda	- Raccomandazione di esecuzione di ulteriori sondaggi del terreno e della falda			
	Vincoli di approvazione EK	- Trasmissione dell'approvazione EK - Presa visione e accettazione delle soluzioni di attuazione proposte	- I vincoli concernenti Gallerie e geotecnica, derivanti dalla procedura di approvazione dell'EK, vanno elencati sotto forma di tabella e la loro attuazione va commentata			
	Rapporto di verifica - Tipo e ambito del rapporto di verifica secondo il cap. 5 della direttiva USTRA 12002 "*Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der NS"* (Sorveglianza e manutenzione dei manufatti delle SN)	- Avvio della verifica dettagliata - Decisione sulla necessità di una verifica statica e sismica - Eventuale incarico a esperti	- Segnalazione della necessità di coinvolgere degli esperti per attività particolari - Esecuzione della verifica di dettaglio dell'opera secondo il cap. 5 della direttiva USTRA su sorveglianza e manutenzione dei manufatti delle strade nazionali ed eventuale verifica statica e sismica, cfr. manuale tecnico K, scheda 22 001-20101 - Analisi del rapporto sulla metodologia per i pericoli naturali USTRA - Analisi del modello del terreno e delle condizioni di falda			
	Convenzione d'utilizzazione - Conv. d'utilizzazione (CdU): si veda il manuale tecnico K, schede 22 001-20111 e -20112					
	Base del progetto - Proposta per base del progetto: si veda il manuale tecnico K, schede 22 001-20121 e -20122		- Durata d'utilizzazione pianificata / durata di vita residua - Stati d'utilizzazione considerati - Condizioni del terreno e condizioni di falda - Caratteristiche del sottosuolo e dell'ammasso roccioso - Pericoli considerati - Requisiti di portanza, utilizzabilità e durabilità, nonché misure atte a garantire tali caratteristiche - Ipotesi rilevanti per i modelli strutturali e di calcolo			
	Relazione tecnica - Per le gallerie, questa relazione deve contenere gli elementi principali secondo i contenuti elencati nel manuale tecnico T/G, scheda 24 001-20301 - Per tutti i restanti oggetti minori, i contenuti possono essere adeguati in misura corrispondente.	- Presa visione, decisione e avvio delle misure urgenti, preventive e transitorie (SoMa, VoMa e UeMa)	- La relazione tecnica deve essere sintetica e pertinente. - Valutazione e proposta di misure urgenti e transitorie, nonché di misure preventive (SoMa, VoMa e UeMa)			
	Progettazione / analisi		- Valutazione dei rischi del progetto (sicurezza della galleria, pericoli naturali, realizzazione, gestione del traffico, ecc.)			

Ambito delle prestazioni	Risultati e documenti attesi	Prestazioni e competenze del committente	Prestazioni generali dei progettisti	Galleria	Opere di sostegno	Opere di protezione
	Dossier di progetto MK - Si veda i contenuti del dossier MK, manuale tecnico T/G, scheda 24 001-20301. - Tipo e ambito del dossier secondo il cap. 6.2 della direttiva USTRA 12002 "*Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der NS*". - Nell'ambito della documentazione completa di un MK, tutte le gallerie, opere di sostegno e opere di protezione devono essere raccolti insieme in un dossier di progetto.					
Costi / finanziamento						
Scadenze						
Chiusura fase						

MP Progetto di intervento

Documenti di base:
- Piano di intervento (MK),
- USTRA, Parte generale, Prestazioni di progettazione per progetti di conservazione

Gallerie e geotecnica (1 dossier per oggetto d' inventario)

N. doc.	**Temi** e documenti			Scala [valore indicativo]	Numero scheda tecnica
0	**Contenuto del dossier**			A4	
1	**Estratto della carta nazionale**		*Dettaglio cartografico*	1:25'000	
2	**Disegno dell'opera**		*Schizzo progettuale dell'oggetto in questione (aggiornato o nuovo)*	Foglio A4	
3	**Piano degli oggetti d'inventario / piano di approvazione / perimetro del progetto**				
4	**Vincoli di approvazione MK, attuazione vincoli di approvazione MK**				
5	**Rapporto di verifica (specifico per l'oggetto con eventuali integrazioni)**				
	1. Documenti di base				
		1.1	Introduzione		
		1.2	Norme, direttive, documentazione e manuali tecnici USTRA		
		1.3	Materiali		
		1.4	Piano di verifica		
		1.5	Valutazione dei documenti di base disponibili		
	2. Descrizione stato attuale / stato di progetto				
		2.1	Descrizione dell'opera		
		2.2	Scopo e procedura della verifica, incl. limitazioni		
		2.3	Descrizione dello stato		
		2.4	Valutazione dello stato *(incl. valutazione del valore di conservazione dell'opera, valutazione della portanza e risultati rilevanti delle verifiche statiche), con evoluzione prevista dello stato dell'opera*		
		2.5	Verifica della conformità a norme e direttive dello stato attuale *(se necessario)*		
		2.6	Elenco di eventuali rilevazioni dello stato, misure e analisi aggiuntive necessarie durante l'esecuzione		
6	**Convenzione d'utilizzazione (specifica per oggetto e aggiornata)**				
7	**Base del progetto (specifica per oggetto e aggiornata)**				
8	**Relazione tecnica**				
	1. Riepilogo, panoramica del progetto				
	2. Introduzione				
		2.1	Obiettivi del progetto / mandato di progetto		
		2.2	Dati tecnici dell'oggetto / del tratto		
		2.3	Documenti di base del progetto		
		2.4	Delimitazioni e interfacce		
		2.5	Condizioni quadro		
	3. Stato secondo il rapporto di verifica		*(Riepilogo)*		
	4. Misure previste				
		4.1	Descrizione e giustificazione delle misure di conservazione		
		4.2	Proporzionalità delle misure di conservazione		
		4.3	Descrizione di eventuali misure urgenti (SoMa)		
		4.4	Descrizione di eventuali misure transitorie (UeMa)		
		4.5	Descrizione di eventuali misure anticipate (VoMa)		
		4.6	Drenaggio ponti / condotte		
	5. Esecuzione, gestione del traffico, piano delle scadenze				
		5.1	Esecuzione delle misure (principi esecutivi)		
		5.2	Gestione del traffico, aspetti della sicurezza		
		5.3	Fasi di cantiere, programma dei lavori e piano delle scadenze, a livello globale e specifico per l'oggetto		
		5.4	Potenziale di ottimizzazione del programma dei lavori		
		5.5	Assicurazione della qualità durante l'esecuzione		
	6. Preventivo dei costi ± 10 %				
		6.1	Costi d'investimento con ripartizione dei costi e suddivisione tra manutenzione, ampliamento ed eliminazione di problemi di capacità *(riepilogo)*		
		6.2	Confronto dei costi MK / MP		
		6.3	Costi d'esercizio *(se rilevanti)*		
		6.4	Costi di manutenzione (orizzonte temporale di 10 anni), *se rilevanti*		
9	**Cronoprogramma**				

MP Progetto di intervento

Documenti di base:
- Piano di intervento (MK),
- USTRA, Parte generale, Prestazioni di progettazione per progetti di conservazione

N. doc.	**Temi** e documenti		Scala [valore indicativo]	Numero scheda tecnica
10	**Preventivo dei costi ± 10 %**			
11	**Analisi di rischi**			
12	**Piano dei danni o difetti**	*Piano d'insieme dell'oggetto interessato con localizzazione dei difetti, dei danni e dei punti di sondaggio*	1:500 o 1:200 / 1:100	
13	**Piano di intervento**	*Piano d'insieme dell'oggetto interessato con soluzione proposta*	1:500 o 1:200 / 1:100 / 1:50	
14	**Fasi di cantiere e gestione del traffico**	*Piani relativi alle fasi di realizzazione e alla gestione del traffico*	1:500 o 1:200 / 1:100 / 1:50	
15	**Documenti di base specifici per il progetto**			20 001-00009
16	**Rapporto geologico / geotecnico**	*(incl. rappresentazione in pianta)*		
17	**Piano di sorveglianza e manutenzione**	*Proposta o aggiornamento piano di sorveglianza e manutenzione*		
18	**Metodologia per pericoli naturali**	*(se necessario)*		
19	**Rapporto degli esperti**	*(se necessario)*		
20	**Rapporto di verifica**	*(se necessario)*		
21	**Logistica di cantiere**	*(se rilevante)*		
22	**Calcoli statici**	*(incl. verifica sismica e prova di resistenza alla fatica)*		
23	**Parere di EP, GE, responsabile della sicurezza GE, ecc.**			
24	**Relazione ambientale (UN)**	*Almeno con check-list compilata (richiesta tuttavia solo nell'ambito di interventi singoli)*		
25…x	**Altri piani e allegati**			

T/U - K - BSA : Altri MP

Processo di approvazione MP (1 dossier K per oggetto d'inventario)

Osservazioni importanti:

- Indicare chiaramente la numerazione dei documenti sul frontespizio
- D'intesa con gli specialisti T/G dell'USTRA, la mole del dossier e dei documenti può essere adattata alla rilevanza del progetto e alla difficoltà delle misure
- Allegare al dossier una chiavetta USB con i documenti in formato PDF
- In base al progetto, in un dossier MP possono essere trattati diversi oggetti d'inventario; in questo caso i costi vanno riportati singolarmente per ciascun oggetto d'inventario
- Documenti validi per più oggetti d'inventario possono essere raccolti in un dossier sovraordinato
- Allegare i documenti richiesti dagli altri settori specialistici T/U, K e BSA (p.es. Relazione ambientale)
- La rappresentazione degli elaborati grafici deve rispettare le convenzioni fissate nella norma SIA 400. In tal senso, posizionare il riquadro delle iscrizioni (cartiglio) in basso a destra dell'elaborato grafico.
- Le indicazioni sulle prestazioni specifiche di progettazione per la fase MP si trovano nella scheda FHB-K 22 001-20410

GP Progetto generale

	Cap.	Sottocap.	Temi e documenti	Scala [valore indicativo]	Scheda tecnica [N. di riferimento]
T/G Gallerie e geotecnica		**Secondo articolo 11 OSN**			21 001-20510
		a.	Planimetria (OSN: piano della situazione)	1:5'000	
		b.	Profilo longitudinale	1:5'000/500	
		c.	Rapporto tecnico e relative misure di accompagnamento		
		d.	Analisi costi-benefici		
		e.	Indicazioni relative ai costi		
		f.	Rapporto sull'esame di impatto ambientale, 2ª tappa		
		g.	Proposte del Cantone e pareri dei Comuni		
		h.	Corapporti dei servizi cantonali della protezione dell'ambiente e della pianificazione del territorio nonché quelli dei servizi cantonali incaricati della protezione della natura e del paesaggio e della tutela degli interessi archeologici		

T/U - K - BSA : integrati

Processo di approvazione GP (1 dossier : articolo 11 OSN)

Osservazioni importanti:

- Indicare chiaramente la numerazione dei documenti sul frontespizio
- Allegare al dossier una chiavetta USB con i documenti in formato PDF
- In aggiunta al dossier GP, elaborare un dossier tecnico complementare conformemente al contenuto del dossier EK
- La rappresentazione degli elaborati grafici deve rispettare le convenzioni fissate nella norma SIA 400. In tal senso, posizionare il riquadro delle iscrizioni (cartiglio) in basso a destra dell'elaborato grafico.
- Le indicazioni sulle prestazioni specifiche di progettazione per la fase GP si trovano nella scheda FHB-K 22 001-20510

AP Progetto esecutivo

	Cap.	Sottocap.	Temi e documenti	Scala [valore indicativo]	Scheda tecnica [N. di riferimento]
T/G Gallerie e geotecnica		**Secondo articolo 12 OSN**			Schede T/U 21 001-20610 21 001-20680 21 001-20681
		a.	Corografia generale (OSN: piano d'insieme)	1:10'000	
		b.	Planimetrie (OSN: piani di situazione) con indicazione degli allineamenti	1:1'000	
		c.	Profilo longitudinale	1:1'000/100	
		d.	Sezione tipo (OSN: profilo normale)	1:50	
		e.	Profili trasversali	1:100	
		f.	Dimensioni principali dei manufatti		
		g.	Rapporto tecnico comprese le misure complementari		
		h.	Piano di drenaggio		
		i_1.	Rapporto sull'impatto ambientale, 3ª tappa		
		i_2.	Rapporto sul progetto di protezione acustica (delle strade)		
		j.	Stima dei costi		
		k.	Piano di espropriazione		
		l.	Tabella dei fondi		
		m.	Documenti relativi ad altre autorizzazioni di competenza della Confederazione		
		m_1.	Linee elettriche		
		m_2.	Condutture del gas		
		m_3.	Impianti ferroviari		
		m_4.	Casi particolari di discariche		
		m_5.	Dissodamento		
		m_6.	Eliminazione di vegetazione ripariale		
		m_7.	Facilitazioni ai sensi dell'OIF		
		m_8.	Pesca		
		m_9.	Tutela delle acque sotterranee		
		m_{10}.	Tutela di specie particolari		
		n.	Eventuale piano di protezione e scavo per il luogo di ritrovamento di reperti archeologici e paleontologici		

T/U - K - BSA : integrati

Processo di approvazione AP (1 dossier : articolo 12 OSN)

Osservazioni importanti:

- Indicare chiaramente la numerazione dei documenti sul frontespizio
- Allegare al dossier una chiavetta USB con i documenti in formato PDF
- In aggiunta al dossier AP, elaborare un dossier tecnico complementare conformemente al contenuto del dossier MK
- La rappresentazione degli elaborati grafici deve rispettare le convenzioni fissate nella norma SIA 400. In tal senso, posizionare il riquadro delle iscrizioni (cartiglio) in basso a destra dell'elaborato grafico.
- Le indicazioni sulle prestazioni specifiche di progettazione per la fase AP si trovano nella scheda FHB-K 22 001-20610

DP Progetto di dettaglio

Documenti di base:
- Progetto esecutivo (AP)
- USTRA, Parte generale, Prestazioni generali per progetti di conservazione

Gallerie e geotecnica (1 dossier per oggetto d' inventario)

N. doc.	**Temi** e documenti		Scala [valore indicativo]	Numero-scheda tecnica
0	**Contenuto del dossier**		A4	
1	**Estratto della carta nazionale**		1:25'000	
2	**Disegno dell'opera**		Foglio A4	
3	**Vincoli di approvazione AP, attuazione vincoli di approvazione AP**			
4	**Convenzione d'utilizzazione (specifica per l'oggetto e aggiornata)**			
5	**Base del progetto (specifica per l'oggetto e aggiornata)**			
6	**Relazione tecnica**			
	1. Riepilogo, panoramica del progetto			
	2. Introduzione			
		2.1 Obiettivi del progetto / mandato di progetto / descrizione dell'opera		
		2.2 Dati tecnici dell'oggetto/del tratto		
		2.3 Descrizione dell'opera		
		2.4 Documenti di base del progetto		
		2.5 Delimitazioni e interfacce		
		2.6 Condizioni quadro e ipotesi del progettista		
	3. Descrizione della soluzione e studio di varianti (se necessario)			
		3.1 Descrizione delle varianti tecniche e della rispettiva fattibilità, nonché valutazione della loro economicità e opportunità		
		3.2 Metodo di confronto *(criteri, indicatori, ponderazione, principi di valutazione)*		
		3.3 Confronto di varianti *(analisi costi-benefici o costi-efficacia)*		
		3.4 Descrizione della variante ottimale raccomandata e relative motivazioni, raccomandazione di una variante		
	4. Calcoli statici			
		4.1 Mezzi utilizzati		
		4.2 Risultati principali		
	5. Materiali			
		5.1 Selezione e caratteristiche richieste		
	6. Realizzazione, gestione del traffico, piano delle scadenze			
		6.1 Principio di realizzazione		
		6.2 Gestione del traffico, aspetti della sicurezza		
		6.3 Fasi di cantiere, programma dei lavori e piano delle scadenze (*a livello globale e specifico per l'oggetto*)		
		6.4 Piazzale d'installazione, accessi al cantiere		
		6.5 Ponteggi e dispositivi di protezione per l'esecuzione dei lavori		
		6.6 Potenziale di ottimizzazione del programma dei lavori		
		6.7 Assicurazione della qualità durante l'esecuzione		
	7. Preventivo dei costi ± 10 %			
		7.1 Costi d'investimento con ripartizione dei costi e suddivisione tra manutenzione, ampliamento ed eliminazione di problemi di capacità *(riepilogo)*		
		7.2 Confronto dei costi AP / DP		
		7.3 Costi d'esercizio		
		7.4 Costi di manutenzione (orizzonte temporale di 10 anni)		
7	**Cronoprogramma**			
8	**Preventivo dei costi ± 10 % (IVA esclusa, prezzo base)**			
9	**Analisi dei rischi**			
10	**Piano d'insieme dell'oggetto interessato**			
11	**Fasi di cantiere e gestione del traffico**	*Piani relativi alle fasi di realizzazione e alla gestione del traffico*	1:500 o 1:200 / 1:100	
12	**Documenti di base specifici per il progetto**			
13	**Relazione ambientale (UN)**	*Check-list compilata con la descrizione delle misure ambientali*		
14	**Gestione dei rifiuti e dei materiali**	*(incl. informazioni su recupero e smaltimento)*		
15	**Rapporto geologico / geotecnico**	*(incl. rappresentazione in pianta)*		
16	**Piano di sorveglianza e manutenzione**	*Proposta o aggiornamento piano di sorveglianza e manutenzione*		

DP Progetto di dettaglio

Documenti di base:
- Progetto esecutivo (AP)
- USTRA, Parte generale, Prestazioni generali per progetti di conservazione

N. doc.	**Temi** e documenti		Scala [valore indicativo]	Numero-scheda tecnica
17	**Metodologia per pericoli naturali**	*(se necessario)*		
18	**Rapporto degli esperti**	*(se necessario)*		
19	**Rapporto di verifica**	*(se necessario)*		
20	**Logistica di cantiere**	*(se rilevante)*		
21	**Calcoli statici**			
22	**Parere di EP, GE, responsabile della sicurezza GE, ecc.**			
23	**Eventuale autorizzazione richiesta di terzi (FFS, ecc.)**			
24	**Verbali di riunione**	*(solo quelli obbligatori)*		
25	**Giornale di progetto**			
26…x	**Piani di dettaglio**	*Da definire con gli specialisti del Sostegno tecnico*		

T/U - K - BSA : Altri DP

Processo di approvazione DP (1 dossier T/G per oggetto d'inventario)

Osservazioni importanti:

- Indicare chiaramente la numerazione dei documenti sul frontespizio
- D'intesa con gli specialisti T/G dell'USTRA, la mole del dossier e dei documenti può essere adattata alla rilevanza del progetto e alla difficoltà delle misure
- Allegare al dossier una chiavetta USB con i documenti in formato PDF
- In base al progetto, in un dossier DP possono essere trattati diversi oggetti d'inventario; in questo caso i costi vanno riportati singolarmente per ciascun oggetto d'inventario
- Allegare i documenti richiesti dagli altri settori specialistici T/U, K e BSA (p.es. Relazione ambientale)
- La rappresentazione degli elaborati grafici deve rispettare le convenzioni fissate nella norma SIA 400. In tal senso, posizionare il riquadro delle iscrizioni (cartiglio) in basso a destra dell'elaborato grafico.
- Le indicazioni sulle prestazioni specifiche di progettazione per la fase DP si trovano nella scheda FHB-K 22 001-20710

INDICE ..... **Pagina**

1 Aspetti generali 2
1.1 Contesto 2
1.2 Oggetto 2
1.3 Scopo 2
1.4 Composizione del Modulo Documentazione 3
1.5 Fasi di vita di un'opera 4
1.6 Ciclo completo: esercizio e conservazione 5
1.7 Delimitazione 5
1.8 Iter completo per la consegna di documenti e dati 6
1.8.1 Iter 6
1.8.2 Responsabilità 6
1.8.3 Dati 6
1.8.4 Tempistica 7
2 Struttura della documentazione 8
2.1 Schema 8
2.2 Schema gerarchico 9
2.3 Suddivisione in indici 10
2.3.1 Denominazione flessibile degli indici 10
3 Documentazione di progetto 11
3.1 Struttura e contenuti 11
3.2 Struttura dei contenuti 11
4 Documentazioni T/U, K, BSA e T/G 15
4.1 Struttura dei contenuti 15
4.1.1 Documentazione perimetro di progetto 15
4.1.2 Documentazione tratto / oggetto d'inventario 15
4.1.3 Documentazione elementi costruttivi e documentazione impianti 15
4.2 Settori specialistici 15
4.2.1 Documentazione T/U 15
4.2.2 Documentazione K 15
4.2.3 Documentazione BSA 16
4.2.4 Documentazione T/G 16
5 Documenti per la sicurezza 16
6 Indicazioni su documenti e dati da consegnare 17
6.1 Documentazione durante il progetto 17
6.1.1 Fasi e responsabilità 17
6.1.2 Guida sintetica 17
6.2 Documenti 17
6.2.1 Documentazione progettuale 17
6.2.2 Documentazione oggetto d'inventario e documentazione impianti (DaW) 18
6.2.3 Rimandi ai documenti 18
6.2.4 Aggiornamento di planimetrie 18
6.3 Dati 18
6.3.1 Documentazioni 18
6.3.2 Archiviazione elettronica 18
6.4 Gestione documenti e dati planimetrici 18
7 Termini e sigle 19
8 Documenti collegati 20
9 Allegati 20

1 Aspetti generali

1.1 Contesto

Dal 1° gennaio 2008 l'USTRA (Ufficio federale delle strade) è competente per le strade nazionali. È quindi responsabile anche dei quattro ambiti tecnici T/U (Tracciato e ambiente), K (Manufatti), BSA (Impianti elettromeccanici) e T/G (Gallerie e geotecnica).

Le filiali e la centrale USTRA, in base a una verifica delle pertinenti procedure interne, hanno deciso di uniformare e descrivere nel presente elaborato i requisiti di documentazione relativi ai quattro settori citati, ai fini di una maggiore visione d'insieme.

1.2 Oggetto

Il Modulo Documentazione serve a tutti i destinatari dei manuali tecnici come guida per la documentazione di progetto e la documentazione sull'opera realizzata (DaW, contenente i documenti, le planimetrie nonché i dati elettronici) da consegnare all'USTRA. Vengono fornite tutte le informazioni necessarie per iniziare tempestivamente a preparare i documenti e i dati richiesti, per organizzarli in modo efficiente ed evitare così eventuali fonti di errore.

Il Modulo Documentazione stabilisce CHE COSA (contenuto) deve essere documentato, mentre il COME(metodo e modalità, ad es. archiviazione, etichetta del raccoglitore) è definito dalle singole filiali.

1.3 Scopo

La finalità consiste nel formulare requisiti di uniformità strutturale per la documentazione di progetto e di oggetti d'inventario (secondo [1]) o impianti BSA. -vantaggi:

- archiviazione uniforme gestione efficiente e aggiornamento semplificato
- completezza
- comparabilità
- definizione chiara dei requisiti

Le disposizioni delle filiali sono descritte sul sito dell'USTRA, alla voce "Modelli per progetti infrastrutturale / Altri modelli specifici delle filiali", e all'occorrenza potranno essere modificate direttamente dalle stesse filiali (vedi capitolo 9 Allegati)

1.4 Composizione del Modulo Documentazione

Il Modulo è composto da una parte generale e da quattro parti tecniche.

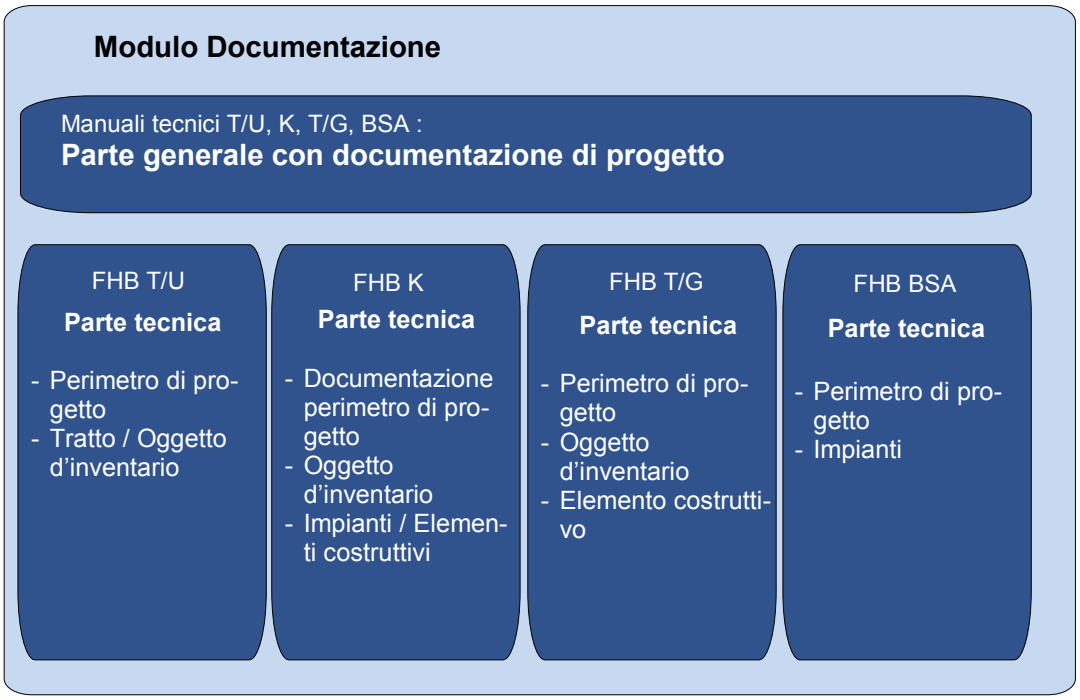


Figura 1: Visione d'insieme del modulo Documentazione

La parte generale, suddivisa in quattro capitoli e allegati, è identica per i quattro manuali tecnici. Contiene le indicazioni tecniche generali e illustra in particolare la documentazione di progetto, che abbraccia tutte le fasi (vedi capitolo 3.1). Inoltre risponde alle domande seguenti:

- Capitolo 1: Qual è lo scopo? Come si presenta il processo di consegna e il ciclo completo comprendente esercizio e progetti di conservazione?
- Capitolo 2: Come devono essere strutturati i documenti?
- Capitolo 3: Quali documenti, planimetrie e dati devono essere consegnati, e in che forma?
- Allegati: Disposizioni specifiche delle filiali (denominazioni, etichette, scatole)?

Le parti tecniche dei manuali contengono regole specifiche di documentazione relative a:

- perimetro di progetto
- tratto, oppure
- oggetto d'inventario, oppure
- elemento costruttivo, oppure
- impianti

1.5 Fasi di vita di un'opera

Le disposizioni sono valide per tutte le fasi (costruzione, manutenzione ed esercizio) di un'opera delle strade nazionali. Esse richiedono informazioni estremamente precise, garantite per l'intero ciclo di vita dell'infrastruttura.

1) Costruzione (nuova opera)
   Nuovo impianto stradale, comprensivo delle dotazioni tecniche

2) Monitoraggio
   Ispezione e rilevamento dello stato manutentivo dell'opera, inclusi gli impianti elettromeccanici (BSA)
   →Non fa parte del Modulo Documentazione

3) Manutenzione ordinaria ("corrente")
   Comprende: servizio invernale, pulizia, cura aree verdi, BSA, servizio tecnico, servizio incidenti, servizio straordinario.
   → Non fa parte del Modulo Documentazione

4) Manutenzione
   Si intendono la manutenzione di tipo strutturale ("edile") e il rimessa a nuovo, vale a dire tutte gli interventi di conservazione dell'opera stradale e dei relativi impianti elettromeccanici.

5) Potenziamento
   Realizzazione di una parte nuova dell'impianto stradale esistente. Anche il consolidamento di un'infrastruttura per rispettare i requisiti di una nuova costruzione rientra nel concetto di potenziamento.

6) Rimozione
   La demolizione di parte di una strada nazionale o dell'infrastruttura.

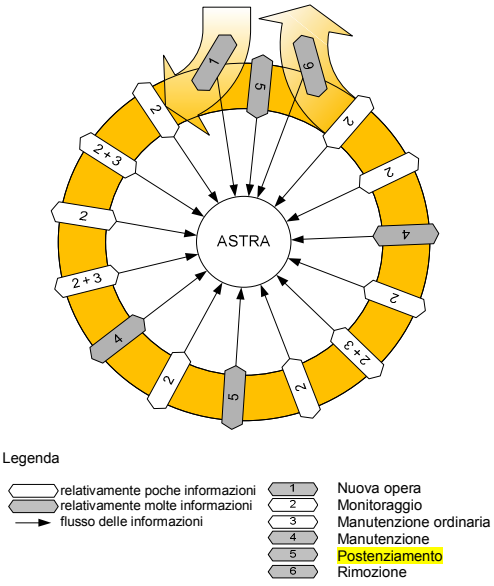


Figura 2: Attività e flusso d'informazioni durante il ciclo di vita di un'opera

1.6 Ciclo completo: esercizio e conservazione

Il grafico seguente mostra l'intero ciclo di esercizio e conservazione, nonché le interfacce tra le singole fasi di progetto. Il Modulo Documentazione include i progetti di conservazione.

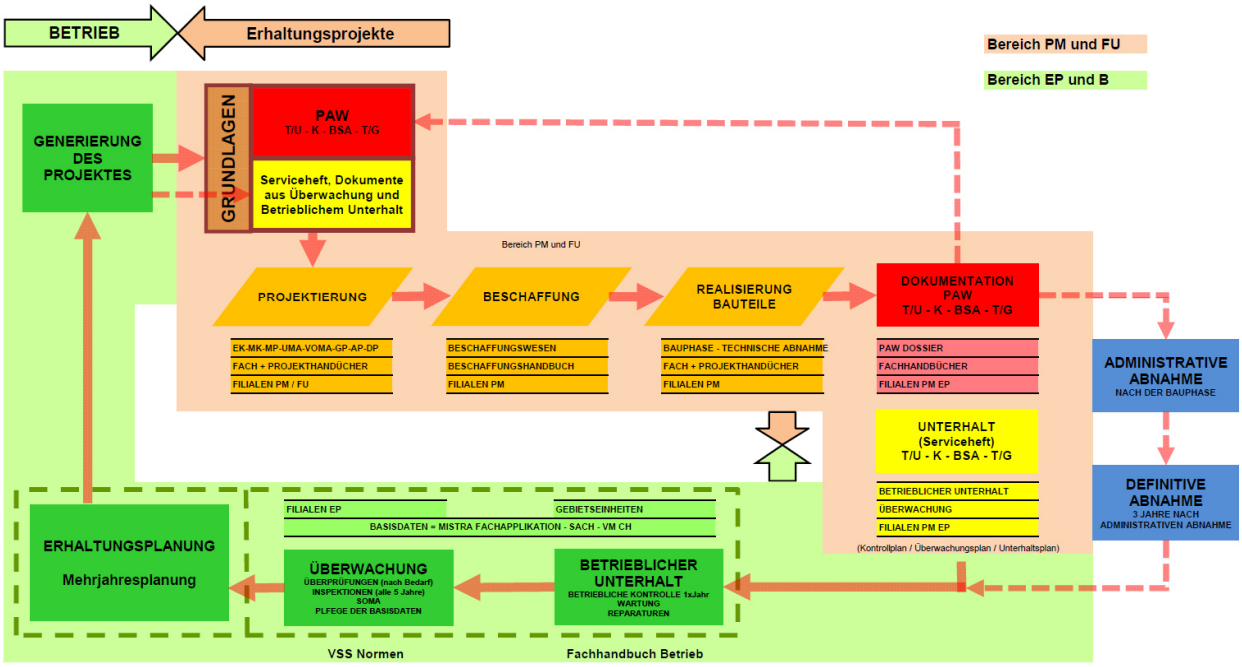


Figura 3: Ciclo completo Esercizio / Progetti di conservazione per tutti i settori specialistici e le attività

1.7 Delimitazione

Il Modulo Documentazione è delimitato come segue:

- Le disposizioni per i documenti "Prestazioni delle attività di manutenzione corrente" non fanno parte del presente Modulo ma sono descritte nel Manuale tecnico Esercizio.
- Il presente Modulo non contiene e non tratta della documentazione operativa (contratti di manutenzione, pianificazione manutentiva, contratti di servizio, ecc.). Questi documenti non statici rientrano fra gli atti della manutenzione ordinaria.
- I lavori riguardanti il Modulo Documentazione sono considerati conclusi una volta che il progetto di conservazione o nuova costruzione, inclusi i documenti dal Modulo Documentazione, sono stati consegnati alla pianificazione manutentiva.
- L'aggiornamento della documentazione è descritto nel settore EP (pianificazione manutentiva).

1.8 Iter completo per la consegna di documenti e dati

1.8.1 Iter

La procedura è descritta nel sistema di gestione (FS) dell'USTRA.

1.8.2 Responsabilità

La responsabilità per la creazione e la completezza della documentazione è attribuita al settore Project management (PM – gestione progetti).

1.8.3 Dati

I **dati** di progetto da consegnare sono raccolti nel settore PM e inseriti nelle banche dati dal settore EP:

1. Una volta concluso il progetto, i dati sono consegnati al settore EP. Il tecnico responsabile della pianificazione manutentiva (FaS EP) ha il compito di controllare la completezza dei dati.
2. Il tecnico responsabile del rilevamento dello stato (FaS ZE) per i sottosistemi Manufatti e Gallerie e geotecnica ha il compito di trasmettere i dati elettronici alla banca dati KUBA.
   Il FaS ZE del sottosistema Tracciato e ambiente ha il compito di trasmettere i dati elettronici alla banca dati TRA.
   Il FaS ZE del sottosistema BSA ha il compito di trasmettere i dati elettronici alla banca dati BSA.

L'utilizzo dei moduli di rilevazione dati relativi alle applicazioni tecniche KUBA, TRA e BSAS è obbligatorio per tutte le filiali.

1.8.4 Tempistica

Al momento della consegna di un'opera o di un intero perimetro per l'apertura al traffico ovvero al momento della messa in funzione degli impianti BSA, ossia al momento t0, devono essere pronti tutti i documenti necessari ai fini dell'operatività garantita in piena sicurezza. Vedi indicazioni nel capitolo 6.

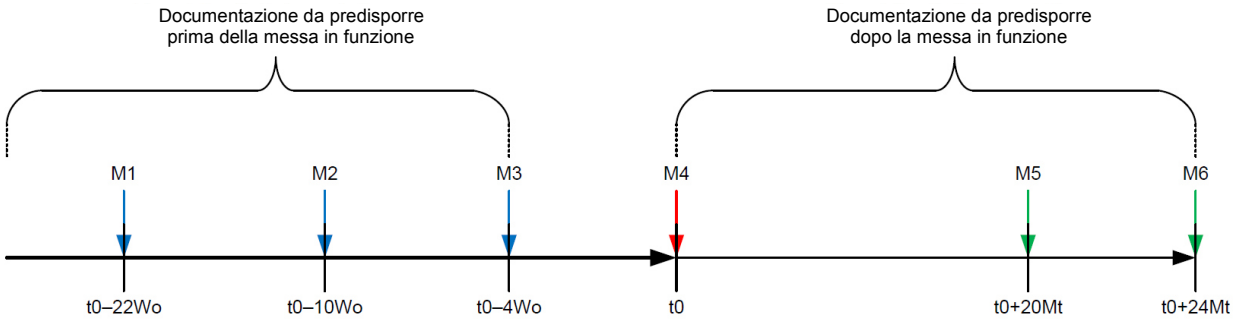


Figura 4: Fasi di documentazione

Tappa	Scadenza	Risultati e attività
M1	t0 – 22 sett	Consegna e controllo bozza indice dei documenti (come da allegato specifico della filiale [4][5][6][7][8])
M2	t0 – 10 sett	Consegna e controllo bozza documenti operativi (come da allegato [3])
M3	t0 – 4 sett	• Registrazione impianti nelle banche dati • Consegna dati per KUBA-ST (trasporto pesante) • Consegna documenti operativi per il gestore (UT) • Piano di piantumazione presso UT; piani del verde a cura dell'UT • Preparazione accordo oggetto • Piano di soccorso, incluse istruzioni • Documenti per il collaudo/l'accettazione
M4	t0	Apertura al traffico, messa in funzione impianto, ecc.
M5	t0 + 20 me	• Integrazione dati mancanti nelle banche dati • Documentazione di progetto (cfr. cap. 3) • Documentazione perimetro progetto (cfr cap. 4.1.1) • Documentazione oggetto d'inventario T/U (cfr. cap. 4.2.1) • Documentazione oggetto d'inventario K (cfr. cap. 4.2.2) • Documentazione impianti BSA (cfr. cap.4.2.3) • Documentazione oggetto d'inventario T/G (cfr. cap. 4.2.4)
M6	t0 + 24 me	Consegna atti d'intesa con EP / supporto

Tabella 1: Risultati e attività fasi di documentazione

2 Struttura della documentazione

2.1 Schema

La documentazione è suddivisa in più parti, distribuite su due livelli. Il capo progetto USTRA è responsabile di tutti gli elementi.

- **Documentazione progettuale**
  Comprende tutti i documenti di progetto previsti nei moduli Progettazione e Realizzazione (per tutte le fasi progettuali)

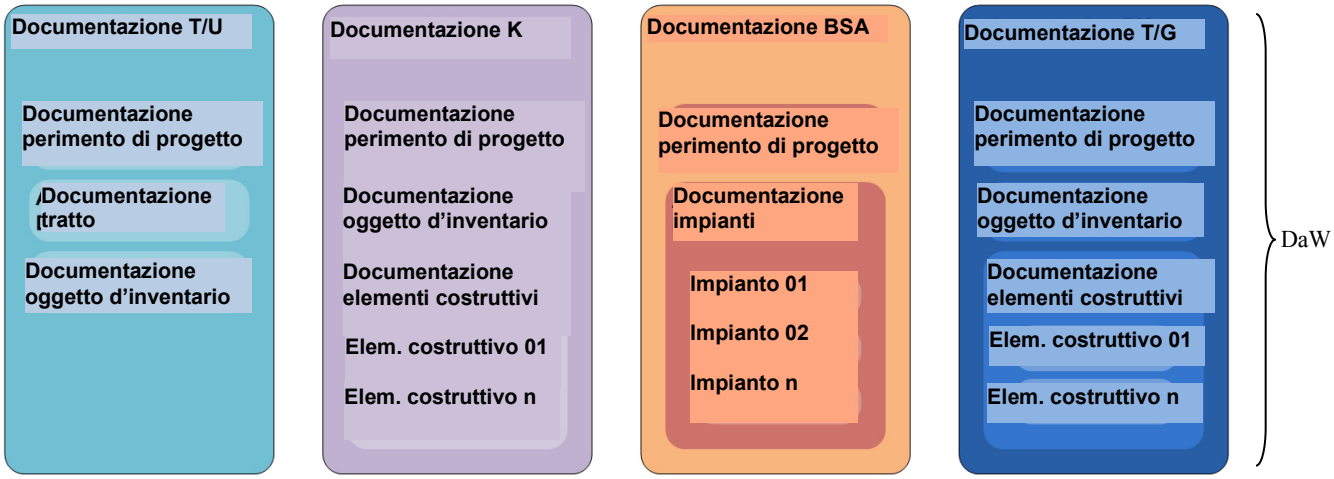


Figura 5: Schema strutturale della documentazione

- **Documentazione progettuale**
  Comprende tutti i documenti di un progetto previsti nei moduli Progettazione e Realizzazione.
  - Documentazione generale dell'intero progetto, riguardante tutte le fasi e i settori specialistici.
  - Panoramica di tutti i progetti, gli impianti, gli oggetti d'inventario e le documentazioni.
  - Documenta lo svolgimento di un progetto durante tutte le fasi fino al collaudo e all'entrata in funzione.

- **Documentazione T/U, K, BSA, T/G (= DaW)**
  Riguarda gli oggetti d'inventario (costruzione) e gli impianti BSA. Comprende i documenti generali del perimetro di progetto. Si distinguono le seguenti parti:

  - **Perimetro di progetto** –tutti i documenti e altro materiale non assegnati a un unico oggetto d'inventario o a un unico impianto (ad es. tavole corografiche tratto).
  - **Oggetto d'inventario** (solo per T/U, K e T/G) – riguarda gli aspetti strutturali; quelli relativi ai BSA sono illustrati nella documentazione impianti.
  - **Elementi costruttivi** (solo per T/U, K e T/G) – riguarda gli aspetti tecnici dei singoli elementi.
  - **Impianti** (solo per BSA) – riguarda gli aspetti tecnici e operativi dei singoli impianti.

2.2 Schema gerarchico

Lo schema gerarchico visualizza i livelli di strutturazione, ad es. di un progetto UPlaNS. Il presente modello, che mette a confronto i sottosistemi T/U, K, BSA e T/G, evidenzia la viarazione del grado di specificazione. È basato sul sistema MISTRA (cfr. Tabella 3) per i sottosistemi T/U, K, T/G e sulla definizione stabilita dall'AKS-CH (*Anlagenkennzeichnungssystem Schweiz* – sistema svizzero d'identificazione degli impianti) per il sottosistema BSA.
La presente struttura, partendo dall'alto, adotta anzitutto un'articolazione spaziale (criterio localizzazione). La ripartizione è geografica e ristretta a un territorio sempre più piccolo. La struttura della documentazione è articolata allo stesso modo per gallerie e tratti a cielo aperto. Nel sottosistema BSA, a partire dal livello impianto, la classificazione non avviene più su base geografica, ma segue la configurazione dell'impianto (AKS-CH).

Livello	Specificazione livello	Criterio	Dettaglio
Livello 1	**Asse** – strada nazionale (ad es. N01) **Territorio filiale** – (ad es. F4)	Localizzazione	T/U, K, BSA, T/G
Livello 2	**Tratto SN** – (ad es. 60) **Territorio** – (ad es. ZH)		T/U, K, BSA, T/G
Livello 3	**Perimetro di progetto** – specificazione campo d'azione o sistema (ad es. TBUB, svincolo Birmensdorf, territorio cantonale Zurigo, VIS)		T/U, K, BSA, T/G
Livello 4	**Oggetto d'inventario** – secondo il sistema di base (ad es. tracciato o galleria)		T/U, K, T/G
AKS-CH Livello 1	**Elemento costruttivo o impianto** – tipologia secondo definizione AKS-CH (ad es. energia)	Composizione impianto	K, BSA, T/G
AKS-CH Livello 2	**Sottoimpianto** – tipologia secondo definizione AKS-CH (ad es. bassa tensione)		BSA
AKS-CH Livello 3	**Aggregato** – tipologia secondo definizione AKS-CH (ad es. distribuzione secondaria)		BSA

Tabella 2: Livelli di strutturazione degli elementi costruttivi / degli impianti per la documentazione di oggetti d'inventario

Livello 1: asse / territorio filiale
Nella maggior parte dei casi l'asse è una strada nazionale (ad es. N 01, cfr. colonna SN nella Tabella *3*). In altri casi, tuttavia, questo livello può anche comprendere il territorio di una filiale (cfr. colonna Filiale nella Tabella *3*), indicato per i sistemi che non assegnabili a un asse (sistema esteso).

Livello 2: tratto SN / territorio
Specificazione del tratto di strada nazionale (cfr. colonna tr. nella Tabella *3*), al quale è assegnata una documentazione. Analogamente all'asse SN si utilizza un territorio (cfr. colonna UT nella Tabella *3*) come specificazione per sistemi estesi.

Livello 3: perimetro di progetto
Indica la parte geografico del tratto oppure il territorio al quale si riferisce una documentazione. Il perimetro comprende normalmente più oggetti d'inventario. Nel sistema BSA include il raggio d'azione di un impianto che si estende oltre l'oggetto d'inventario (ad es. radiotrasmissione in galleria, segnaletica VL). Nel caso di sistemi estesi si può utilizzare il nome del sistema in questione (ad es. sistema d'informazione sul traffico VIS). Al perimetro sono assegnati determinati impianti.

Livello 4: oggetto d'inventario
Secondo il sistema di base MISTRA (cfr. colonne No IO e Nome nella tabella 3), o le applicazioni tecniche TRA e KUBA.

Livello 1 AKS-CH: elemento costruttivo / impianto
Comprende ad es. unità funzionali BSA (impianti), le cui capacità e finalità sono simili oppure, per i manufatti, un cavalcavia.

Livello 2 AKS-CH: sottoimpianto
L'impianto è suddiviso in sottoimpianti (per es. energia in "media tensione", "bassa tensione", ecc.), in grado di operare indipendentemente gli uni dagli altri (vedi glossario direttiva AKS-CH ed. 2009 V1.10, pag. 45).

Livello 3 AKS-CH: gruppi
I gruppi sono elementi di un sottoimpianto. Il gruppo identifica il livello più basso rappresentato nell'AKS (vedi glossario direttiva AKS-CH ed. 2009 V1.10, pag. 45), punto di partenza dell'inventario BSA. I gruppi sono collegati fra di loro e svolgono una funzione globale.

La tabella 3 mostra un estratto dal sistema di base MISTRA. Lo schema gerarchico corrisponde al sistema di base MISTRA. Livello 1, asse = SN 1; livello 2, tratto = tr. 40; livello 3, perimetro di progetto = tr. 40; livello 4, oggetto d'inventario = No IO 741.01, stazione di pompaggio Saatlenstrasse.

Filiale	GE	Kt	NS	Abs	IO-Nr	Name	IO-Typ
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	311.00	Trasse Zürich Ost - Anschluss Letten	1311 Offene Strecken mit Richtungstrennung
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	412.00	Brücke Winterthurerstrasse	1410 Brücken
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	431.01	Unterführung Saatlenstrasse	1430 Unterführungen
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	451.01	Durchlass zu Überlaufbecken Wallisellenstrasse	1440 Bach- und Leitungsdurchlässe
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	509.00	Zürich Ost - Anschl. Letten - Elektromechanische Einrichtungen	1320 Elektromech. Einrichtungen
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	511.00	Tunnel Schöneich	1510 Tunnels Bergmännisch
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	711.00	Stützmauer unter Brücke Müllacher, Wallisellen	1720 Stützmauern
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	731.01	Lärmschutzwall mit integrierter Lärmschutzwand, parallel zur Glatt, Wallisellen	1710 Lärmschutzdämme
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	731.02	Lärmschutz entlang dem Viadukt über Aubrugg	1711 Lärmschutzwände
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	741.01	Pumpstation Saatlenstrasse	1731 Pumpstationen
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	741.03	Absturzschacht Nr. 215 beim Anschluss Schöneichstrasse	1373 Perimeter-Bach
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	741.04	Wirbelfallschacht Nr. 61 in der Winterthurerstrasse auf der Seite Kant. Tierspital	1750 Entwässerungsanlagen
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	751.01	Unterverteilstation Saatlenstrasse	1770 Trafo-, Verteil-, Blockstationen
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	761.01	Entwässerungsanlage Auhof Wallisellerstrasse	1730 Ölabscheider
CH_F4	GE VII	ZH	1	40	811.00	Verkehrsleitzentrale Letten, Zürich	1880 Diverse Zentralen

Tabella 3: Estratto del sistema di base MISTRA

2.3 Suddivisione in indici

Per le strutture dei contenuti definite esistono dei modelli di indice (vedi ad es. il cap. 2.1 nella parte tecnica T/U, P1: contenuto, P2: indice delle modifiche, ecc.). Gli indici non utilizzati si lasciano vuoti, mantenendo tuttavia l'indicizzazione.

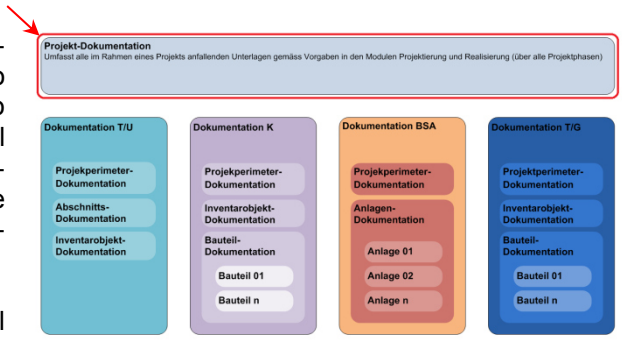
L'attribuzione dei documenti agli indici è descritta nel documento 20 001-50002. La denominazione deve contenere come minimo la lettera corrispondente alla parte della documentazione e il numero dell'indice.

2.3.1 Denominazione flessibile degli indici

Per il lettore è utile poter disporre di rubriche estremamente precise per consentire di reperire le informazioni desiderate, motivo per cui la denominazione esatta dell'indice è affidata all'autore della documentazione, il quale ne conosce il contenuto preciso.

3 Documentazione di progetto

Nella documentazione di progetto devono essere archiviati tutti i documenti pertinenti secondo quanto previsto nei moduli Progettazione e Realizzazione. Attesta lo svolgimento del progetto durante tutte le sue fasi fino al collaudo o alla messa in funzione. Contiene una panoramica di tutti i progetti, impianti, oggetti d'inventario e documenti. La DaW, invece, è descritta nelle parti tecniche.



La documentazione è obbligatoria e il responsabile è il capo progetto USTRA.

3.1 Struttura e contenuti

La documentazione è suddivisa in capitoli da 0 a 8.
Lo schema 6 sottostante ne mostra la struttura e i contentuti.

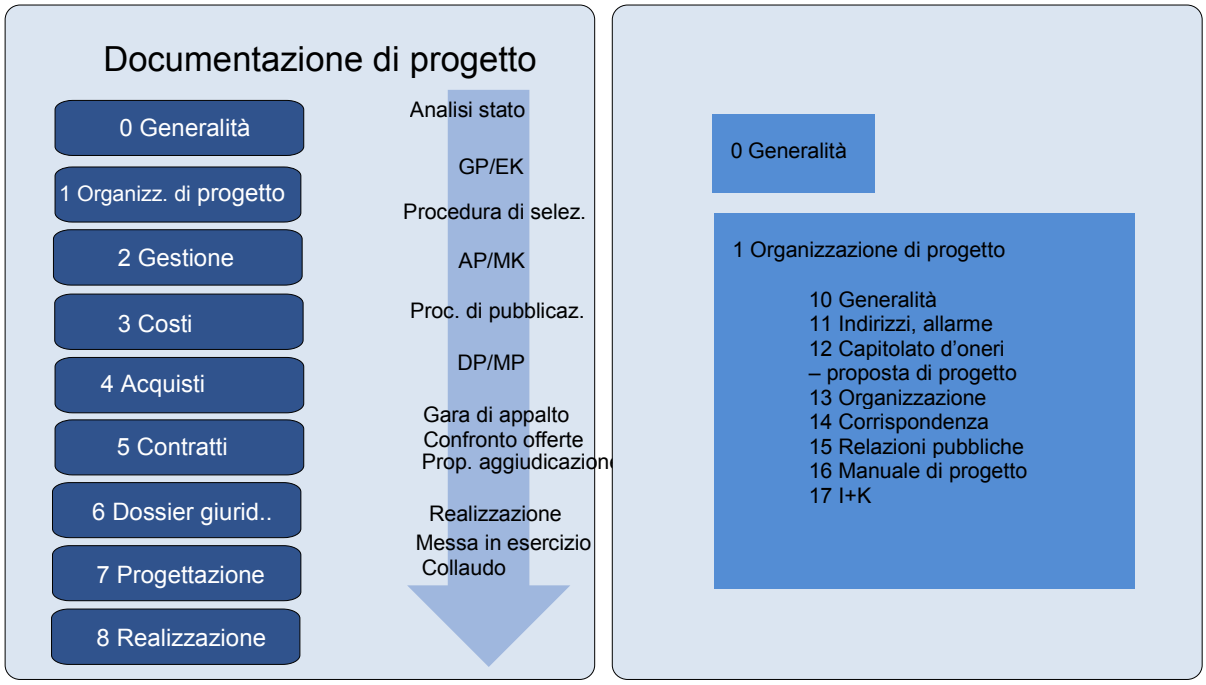


Figura 6: Parti della documentazione di progetto; a destra struttura capitolo Organizzazione del progetto

3.2 Struttura dei contenuti

La struttura dei contenuti dei capitoli da 0 a 8 è uniforme nei progetti USTRA. I capitoli e i contenuti non necessari possono essere tralasciati. La numerazione dell'indice deve essere mantenuta.
Questa indicazione precisa soltanto la struttura, mentre la definizione dei contenuti non fa parte del Modulo Documentazione, regolata, ad es., nel piano di archiviazione.

Capitolo 0 – Generalità
Contiene tutti i documenti di carattere generale. Struttura da adottare:

00 Generalità
01 Archiviazione
02 Definizione del progetto
03 Creazione del progetto
04 Presa in consegna del progetto

Capitolo 1 – Organizzazione del progetto
Contiene tutti i documenti organizzativi. Struttura da adottare:

10 Generalità
11 Indirizzi, allarme
12 Capitolato d'oneri – proposta di progetto
13 Organizzazione
14 Corrispondenza
15 Relazioni pubbliche
16 Manuale di progetto
17 I+K (Informazione + Comunicazione)

Capitolo 2 – Gestione
Contiene tutti i documenti riguardanti la gestione redatti nel corso dell'esecuzione del progetto. Struttura da adottare:

20 Generalità
21 Planning
22 Qualità
23 Diari
24 Rapporti sullo stato dei lavori
25 Verbali generali
26 Verbali specifici
27 Riunioni

Capitolo 3 – Costi
Contiene tutti i documenti riguardanti i costi. Struttura da adottare:

30 Generalità
31 Monitoraggio costi
32 Pianificazione finanziaria
33 Contablità terzi
34 Fatture (archiviazione fatture nel settore IC)
35 Garanzie

Capitolo 4 – Acquisti
Contiene tutti i documenti riguardanti gli acquisti. Struttura da adottare:

40 Generalità
41 Acquisti terreno
42 Servizi
43 Lavori dell'impresa costruttrice
44 Lavori minori
45 Impianti elettromeccanici
46 Terzi soggetti partecipanti ai costi
47 Varie

Capitolo 5 – Contratti
I singoli contratti sono archiviati separatamente (ad es. LVS). Questo capitolo contiene i contratti e i documenti supplementari con indicazione della collocazione dei singoli contratti. Struttura da adottare:

50 Generalità
51 Acquisti terreno
52 Servizi
53 Lavori dell'impresa costruttrice
54 Lavori minori
55 Impianti elettromeccanici
56 Terzi soggetti partecipanti ai costi
57 Accordi relativi all'opera
58 Varie

Capitolo 6 – Dossier giuridico
Contiene tutti i documenti riguardanti le questioni giuridiche. Se l'archiviazione avviene altrove è necessario un rimando. Struttura da adottare:

60 Generalità
61 Decisioni, modelli, richieste di progetto approvate
62 Proposte e approvazioni del Consiglio federale
63 Vincoli e approvazioni dei piani
64 Opposizioni, ricorsi
65 Acquisti di terreno e diritti
66 Accordi
67 Autorizzazioni
68 Cofinanziamenti, sovvenzioni
69 Assicurazioni

Capitolo 7 – Progettazione
Contiene tutti i documenti (versione autorizzata) prescritti nel Modulo Progettazione. Struttura da adottare:

70 Generalità
71 Documenti di base
72 Progetto generale (GP)
73 Progetto esecutivo (AP)
74 Progetto di dettaglio (DP)
75 Piano manutentivo globale (EK)
76 Piano di intervento (MK)
77 Progetto di intervento (MP)

Capitolo 8 – Realizzazione
Contiene tutti i documenti prescritti nel Modulo Realizzazione. Struttura da adottare:

80 Generalità
81 Realizzazione
82 Documenti impianto DaW (panoramica)

Spiegazione 82: in questo sottocapitolo si archiviano i documenti del Modulo Realizzazione e che riguardano la creazione della documentazione di impianto. La documentazione vera e propria T/U, K, BSA, T/G (= DaW) è archiviata separatamente (vedi capitoli seguenti).

4 Documentazioni T/U, K, BSA e T/G

Le regole di documentazione dei singoli settori specialistici sono descritte nelle parti tecniche T/U, K, BSA e T/G. Segue una breve sintesi.

4.1 Struttura dei contenuti

Le documentazioni delle parti tecniche sono suddivise gerarchicamente nel modo seguente (vedi anche *Figura 5*):
- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione tratto / oggetto d'inventario
- Documentazione elementi costruttivi
- Documentazione impianti

4.1.1 Documentazione perimetro di progetto

In questa sezione sono archiviati i documenti e le informazioni che riguardano tutti gli oggetti d'inventario o tutti gli impianti all'interno del perimetro di progetto.

4.1.2 Documentazione tratto / oggetto d'inventario

In questa sezione sono archiviati i documenti e le informazioni che riguardano un singolo oggetto d'inventario.

4.1.3 Documentazione elementi costruttivi e documentazione impianti

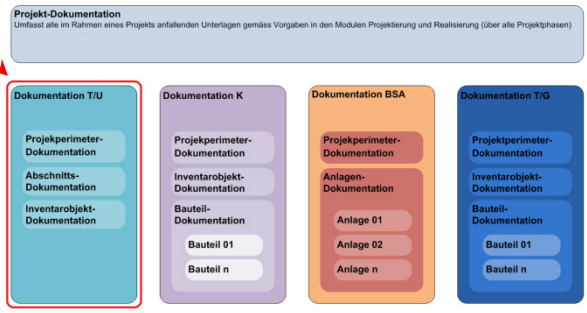
Qui sono archiviati i documenti e le informazioni che riguardano singoli elementi costruttivi o singoli impianti.

4.2 Settori specialistici

4.2.1 Documentazione T/U

Comprende gli oggetti d'inventario e archivia i documenti del perimetro di progetto riguardanti più oggetti. Composizione:

- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione tratto
- Documentazione oggetto d'inventario

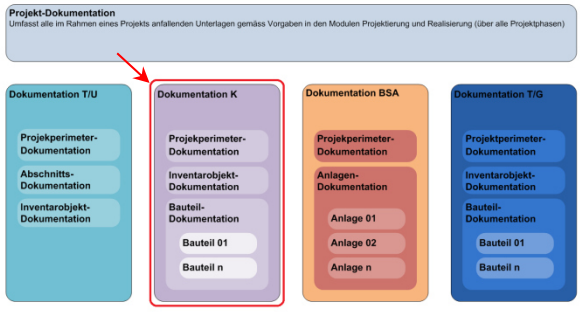


Il Modulo Documentazione T/U, parte tecnica, descrive la struttura e il contenuto della documentazione T/U e contiene i modelli di atti da predisporre.

4.2.2 Documentazione K

Comprende gli oggetti d'inventario e gli elementi costruttivi, archivia i documenti del perimetro di progetto riguardanti più oggetti. Composizione:

- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione oggetto d'inventario
- Documentazione elementi costruttivi



La parte tecnica descrive struttura e contenuto della documentazione K e contiene i modelli degli atti da predi-

sporre.

4.2.3 Documentazione BSA

Documenta gli impianti e archivia i documenti del perimetro di progetto riguardanti più impianti. Composizione:

- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione impianti

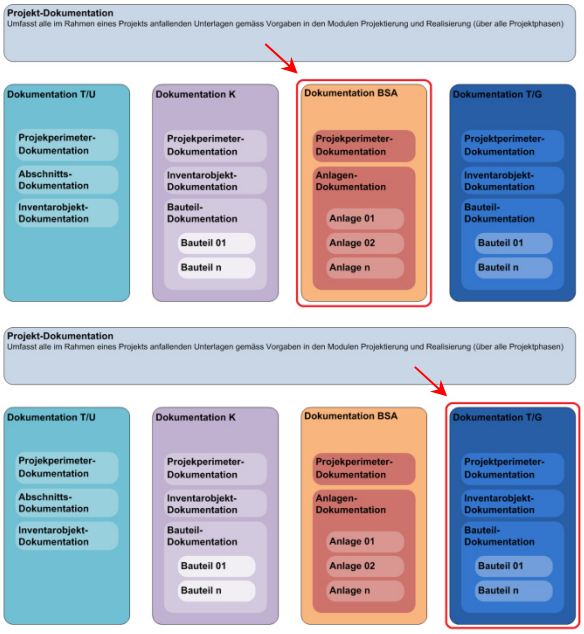
La strutturazione dei vari impianti avviene in base all'AKS-CH. La parte tecnica descrive struttura e contenuto della documentazione BSA e contiene i modelli degli atti da predisporre.

4.2.4 Documentazione T/G

Documenta gli oggetti d'inventario e archivia i documenti del perimetro di progetto riguardanti più oggetti. Composizione:

- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione oggetto d'inventario
- Documentazione elementi costruttivi

La parte tecnica descrive struttura e contenuto della documentazione T/G e contiene i modelli degli atti da predisporre.



5 Documenti per la sicurezza

I documenti sui requisiti della sicurezza operativa (OpSi) non fanno parte del Modulo Documentazione.

6 Indicazioni su documenti e dati da consegnare

Questo capitolo spiega COME (modalità) predisporre i documenti (tipologia e forma).

In assenza di elementi, anche parziali, al riguardo nelle disposizioni delle filiali valgono le seguenti indicazioni del capitolo 6 e delle rispettive parti tecniche (TU, K, BSA, TG).

In ciascuna parte tecnica sono elencati singolarmente i documenti a seconda della categoria. Fondamentalmente è richiesta la consegna in forma cartacea ed elettronica su supporto dati.
L'allegato 20 001-50 002, allegato "Documenti dell'opera eseguita da consegnare contiene una lista generale (non esaustiva) di tutti i documenti e dati tecnici.

6.1 Documentazione durante il progetto

6.1.1 Fasi e responsabilità

Questo processo definisce le fasi di lavoro necessarie per la stesura della documentazione riguardante gli elementi costruttivi interessati dal progetto.

6.1.2 Guida sintetica

Approccio da seguire:

- **Fase 1** – Impostare documentazione di progetto: strutturare i contenuti richiesta e definire gli indici.
- **Fase 2** – Determinare tratti e oggetti d'inventario ovvero impianti: scegliere la struttura richiesta per oggetti d'inventario ovvero gli impianti secondo la relativa struttura (vedi cap. 2.2).
- **Fase 3** – Determinare sottoimpianti: definire i sottoimpianti richiesti (se presenti).
- **Fase 4** – A ogni livello della struttura ad albero creato nelle fasi da 1 a 3 si può ora applicare la struttura dei contenuti; occorre definire le parti necessarie della documentazione specifica per oggetti d'inventario o impianti in ciascun punto.
- **Fase 5** – Determinare indici: definire gli indici necessari per ciascuna parte della documentazione di oggetti d'inventario e impianti; all'occorrenza ampliare la struttura dei contenuti.
- **Fase 6** – Definire sottocapitoli documentazione del perimetro di progetto: definire la struttura dei contenuti necessaria per la documentazione del perimetro di progetto e impostare gli indici.

Il risultato delle fasi da 1 a 6 è una struttura ad albero per l'archiviazione del progetto, degli oggetti d'inventario o degli impianti nonché del perimetro di progetto. La struttura vale sia per l'archiviazione elettronica che per quella cartacea in raccoglitori (vedi capp. 6.2 e 6.3).

6.2 Documenti

I documenti originali devono essere consegnati all'USTRA integralmente. Nessuna documentazione deve rimanere presso il mandatario, il quale è esentato dall'obbligo di conservazione. I lucidi non devono essere consegnati. Se esistono soltanto planimetrie disegnate a mano, devono essere scansionate e consegnate insieme alla versione cartacea. Le fatture non fanno parte della documentazione, ma devono essere archiviate dal settore IC.

6.2.1 Documentazione progettuale

Deve essere composta secondo le regole descritte al capitolo 3 e verificata dal settore PM.
Quantità:
1 copia: USTRA formato: cartaceo e supporto dati (elettronico)

6.2.2 Documentazione oggetto d'inventario e documentazione impianti (DaW)

La documentazione oggetto d'inventario e la documentazione impianti sono composte secondo le indicazioni delle rispettive parti tecniche e verificate dal settore EP.
Quantità:

1 copia: USTRA	formato: cartaceo e supporto dati (elettronico)
1 copia: unità territoriale	formato: cartaceo e supporto dati (elettronico)
1 copia: presso l'impianto (solo per BSA)	formato: cartaceo

6.2.3 Rimandi ai documenti

In linea di principio un documento è archiviato una sola volta. Se tuttavia è pertinente anche per altri oggetti d'inventario occorre prevedere appositi rimandi.

6.2.4 Aggiornamento di planimetrie

Le planimetrie attualmente utilizzate devono essere continuamente aggiornate (incl. l'adeguamento dell'indice delle modifiche). Le vecchie planimetrie devono però essere conservate per documentare le modifiche e gli autori.

6.3 Dati

Le rispettive parti tecniche elencano per ogni categoria quali dati consegnare.

6.3.1 Documentazioni

In generale, tutti i documenti e i dati vanno consegnati in formato elettronico.
I dati devono essere disponibili in formato originale onde evitare perdite dovute a operazioni di conversione.

Formati: pdf, dxf, dwg, Excel, Word e requisiti "Digiplan"

6.3.2 Archiviazione elettronica

6.3.2.1 Sistema "Digiplan"

La Documentazione "Digiplan Abteilung Strasseninfrastruktur Ausgabe 2014 V0.99 [Freigabeexemplar FÜR])" contiene uno schema e le regole di archiviazione digitale per le documentazioni di progetti e manufatti.

6.3.2.2 Software / programmi

Tutti i software e i programmi BSA sono amministrati dalla competente Unità territoriale e non fanno parte della documentazione impianti BSA.

6.4 Gestione documenti e dati planimetrici

È obbligatorio aggiornare le documentazioni ogni qualvolta si modifica un impianto.

Le modifiche dei documenti devono essere tracciabili, per cui occorre riportarle singolarmente nell'indice delle modifiche del documento.

7 Termini e sigle

Abbreviazioni e termini	Descrizione
AKS-CH	Sistema svizzero d'identificazione degli impianti
BSA	Impianti elettromeccanici
DaW	Documentazione sull'opera realizzata; contiene documenti, planimetrie e dati elettronici
PaW	Planimetrie dell'opera realizzata
Impianto BSA	Impianto elettromeccanico delle strade nazionali
Perimetro	Tratto o territorio corrispondente al raggio d'azione (territorio geografico) degli impianti BSA documentati
Struttura degli impianti	Ripartizione in gruppi degli impianti di un territorio. Il raggruppamento è definito dall'AKS-CH secondo il criterio di composizione degli impianti.
Impianto (BSA)	Livello di struttura degli impianti che comprende unità funzionali BSA (sottoimpianti) con caratteristiche e finalità simili
IO	Oggetto d'inventario
SN	Strada nazionale
Sottoimpianto	Un impianto e suddiviso in sottoimpianti. Questi possono operare indipendentemente tra di loro.
Struttura di contenuto	Schema di strutturazione tematica di elementi di una documentazione, a prescindere dal livello di applicazione.
OpSi	Sicurezza operativa
Documentazione di progetto	Comprende tutto il materiale prodotto nel corso di un progetto, tra cui documenti di base, organizzativi, finanziari, scadenze, verbali di riunioni, contratti, verbali di collaudo, ecc.
Documentazione impianti	Comprende gli aspetti tecnici, operativi e contrattuali di ogni singolo impianto BSA.
Documentazione manuten-tiva	Riguarda la manutenzione degli impiantiNon fa parte del presente Modulo, ma è descrit-ta nel Modulo Manutenzione.
Documentazione perimetro di progetto	Comprende i documenti non assegnabili a un singolo impianto. Nella maggior parte dei casi si tratta di documenti generali relativi all'intero perimetro.
Documentazione oggetto d'inventario	Comprende tutti i documenti e il materiale assegnati a un singolo oggetto d'inventario.
Documentazione elemento costruttivo	Comprende tutti i documenti e il materiale assegnati a un singolo elemento costruttivo.

Tabella 4: Termini e sigle

8 Documenti collegati

Titolo	Autore/ Editore	Data / Versione
[1] Direttiva Oggetti d'inventario	USTRA	Edizione 2010 V1.02
[2] Direttiva USTRA 16320 Attribuzione attività al gruppo di prodotti infrastruttura stradale	USTRA	-

Tabella 5: Documenti di riferimento

9 Allegati

I documenti contenenti le prescrizioni delle filiali sono disponibili solo sul sito dell'USTRA, alla voce "Modelli per progetti infrastrutturali / Altri modelli specifici delle filiali", e gestiti direttamente dalle stesse filiali.

La numerazione ricalca questo schema: 20°001-50xyy con x=filiale da 1 fino a 5 e yy=numero documento

Link alla pagina del sito: *https://www.astra.admin.ch/..../altri-modelli-specifici-delle-filiali.html*

Titolo	Autore / Editore	Data / Versione
[3] 20 001-50 002, allegato "Documenti dell'opera eseguita da consegnare"	USTRA	17.08.2012 V0.97
[4] 20 001-50101, allegato "Requisiti USTRA F1"	USTRA	A cura della filiale
[5] 20 001-50201, allegato "Requisiti USTRA F2"	USTRA	A cura della filiale
[6] 20 001-50301, allegato "Requisiti USTRA F3"	USTRA	A cura della filiale
[7] 20 001-50401, allegato "Requisiti USTRA F4"	USTRA	A cura della filiale
[8] 20 001-50501, allegato "Requisiti USTRA F5"	USTRA	A cura della filiale

Tabella 6: Allegati

Documenti dell'opera eseguita da consegnare

Stato: 01.07.2025 V1.02

**Vengono qui elencati soltanto i documenti facenti parte della documentazione oggetto d'inventario e della documentazione impianti.
La documentazione del progetto va compilata separatamente e non necessita dei "documenti dell'opera eseguita"
(vedi 20 001-00002 "Modulo Documentazione, Parte generale", capitolo 3.4)**

Questa lista è un esempio e può essere adattata alle specificità del progetto.

Documentazione perimetro del progetto

N. tipo documento	Documenti e dati	necessari per				Quantità / forma						richiesto da messa in funz.	Rif. deposito DaW	Osservazioni
						supporto cartaceo			formato elettronico					
		T/U	K	T/G	BSA	USTRA (1 Es)	esercizio (1 Es)	impianto (1 Es)	PDF	formato originale (CAD, Word, ecc...)	dxf			
	Documenti perimetro del progetto													
	Rapporto di costruzione/rapporto di ripristino	●	●	●	●	●								
	Documentazioni tecniche, liste di prodotti	●	●	●		●								
	Breve descrizione perimetro e oggetti ivi contenuti	●	●	●	●	●							Perimetro.P5	
	Piani d'esercizio			●	●	●	●					●	Perimetro.P6	
	Documenti generali del perimetro	●		●	●	●	●						Perimetro.P7	
	Documenti relativi al perimetro	●		●	●	●	●						Perimetro.P8	
	Presentazione/utilizzazione nell'UeLS (Sistema generale di gestione)				●	●	●						Perimetro.P9	
	Documentazione fotografica del perimetro	●	●	●		●							Perimetro.P10	
	Documenti di formazione				●	●	●					●	Perimetro.P11	
	Manuale d'esercizio				●	●	●					●	Perimetro.P12	
	Identificazione impianto				●	●	●						Perimetro.P13	
	Documenti relativi a prove/test				●	●	●						Perimetro.P14	
	Piano d'insieme inventario incl. tabelle (ad es. Sargans)	●	●	●	●	●							Perimetro.P15	
	Piano di sorveglianza perimetro	●	●	●		●	●		●					
	Piano di utilizzo e di sicurezza o convenzione d'utilizzo e base del progetto	●	●	●		●	●		●	●				
	Documenti geologici e geotecnici	●	●	●		●								
	Piani corografici	●	●	●		●	●		●	●	●	●		
	Documenti di manutenzione e d'esercizio													
	Piano di soccorso	●	●	●		2Es	●					●		
	Piano di chiusura (pulizia galleria)		●	●		2Es	●					●		
	Visione d'insieme numerazione atti BW	●	●	●		2Es	●							
	Utilizzo e conservazione	●				2Es	●							
	Piantumazione	●					●		●			●		
	Piani operazioni colturali	●	●	●										

Documentazione settore/oggetto d'inventario

N. tipo documento	Documenti e dati	necessari per				Quantità/forma						richiesto da messa in funz.		Osservazioni
						supporto cartaceo			formato elettronico					
		T/U	K	T/G	BSA	USTRA (1 Es)	Esercizio (1 Es)	Impianto (1 Es)	PDF	Formato originale (CAD, Word, ecc...)	dxf			
	Documenti oggetto d'inventario													
	Piano di utilizzo e di sicurezza o convenzione d'utilizzazione e base del progetto	●	●	●		●			●	●				
	Basi geologiche e geotecniche	●	●	●		●								
	Calcolo statico incl. copia stampata EDP		●	●		●						●		incl. i calcoli per KUBA-ST
	Rapporti di verifica (su statica, progetto…), perizie	●	●	●		●								
	Contratti	●	●	●		●						●		
	Garanzia della qualità, verbali di verifica e di misurazione													
	Piani di controllo e di verifica	●	●	●		●								
	Piani di esecuzione e liste													
	Piano catastale	●	●	●		●			●	●	●			
	Piano catastale con articolazione componenti		●	●		●			●	●	●			
	Piano del registro fondiario	●	●	●										
	Piani corografici e planimetrie	●	●	●		●	●		●	●	●			
	Sezioni tipo	●	●	●		●	●		●	●	●			
	Profili longitudinali e trasversali	●	●	●		●			●	●	●			
	Piani casseri (SP)		●	●		●	●		●	●	●			
	Piani armatura		●	●		●			●	●	●			
	Piani di cantiere		●	●		●	●		●	●				
	Piani di dettaglio, altri piani, calcoli asse	●	●	●		●	●		●	●	●			
	Canali tecnici	●	●	●		●	SP		●	●	●			
	Ampliamento interno, installazioni elettriche		●	●		●	●		●	●	●			
	Impianti di drenaggio	●	●	●		●	SP		●	●	●			
	Distinte acciai per cemento armato e distinte materiali		●	●		●			●	●				solo se rilevanti, rilegati in un documento
	Recinti	●												
	Piano segnaletica e demarcazione	●												
	Documenti generali di esecuzione													
	Rapporto di costruzione/rapporto di ripristino	●	●	●		●								
	Documentazione fotografica dell'oggetto d'inventario	●	●	●		●								Immagine d'insieme affidabile
	Documentazioni tecn., liste dei prodotti	●	●	●		●								
	Rapporti mensili, rapporti di qualità	●	●	●		●								
	Giornale di costruzione della direzione lavori	●	●	●		●								
	Documenti di collaudo													
	Verbale di collaudo	●	●	●		●						●		da consegnare in più (alla documentazione a IC)
	Documento garanzia	●	●	●		●						●		da consegnare in più (alla documentazione a IC)
	Dati per i sistemi informativi													
	Dati per il sistema di base	●	●	●		●				●		●		Requisiti USTRA (schede dati). Piano corografico incl. tabella
2.1	Dati per FA TRA (vedi capitolati degli oneri TRA)	●		●		●				●				Requisito USTRA
2.2	Dati per FA LBK (applic. tecn. catasto dei rumori)	●				●				●				Requisito USTRA (requisiti F4 2.2 e OIF art. 20)
2.3	Dati per FA KUBA	●	●	●		●				●		●		Requisiti USTRA (schede dati incl. sagoma limite).
2.4	Dati per BSA Web				●									Requisito USTRA.
	Documenti di manutenzione e d'esercizio													BSA vedi documentazione impianti esercizio B
	Documentazione operativa e di manutenzione	●	●	●		2Es	●					●		
	Piano di sorveglianza dell'oggetto d'inventario	●	●	●		2Es	●		●			●		

Documentazione elemento costruttivi / documentazione impianti

N. tipo documento	Documenti e dati	necessari per				Quantità/forma								Osservazioni
						supporto cartaceo			formato elettronico					
		T/U	K	T/G	BSA	USTRA (1 Es)	Esercizio (1 Es)	Impianto (1 Es)	PDF	Formato originale (CAD, Word, ecc...)	dxf	richiesto da messa in funz.		
	Documenti di collaudo													
	Verbali di collaudo		●	●		●						●		
	Certificati di garanzia		●	●		●						●		
	Garanzia di qualità, verbali di verifica e di misurazione													
	Piani di controllo e di verifica		●	●		●								
	Calcestruzzo, armatura, riprofilature		●	●		●								
	Ancoraggio, precompressione		●	●		●								
	Picchetti		●	●		●								
	Manto stradale		●	●		●								
	Impermeabilizzazione		●	●		●								
	Protezione della superficie		●	●		●								
	Misurazione spessore dello strato		●	●		●								
	Verbali presse/sollevatrici		●	●		●								
	Autoverifiche imprenditore		●	●		●								
	Controlli direzione lavori		●	●		●								
	Misurazioni di assestamento/spostamento		●	●		●								
	Misurazioni della deformazione		●	●		●								
	Misurazioni vibrazioni		●	●		●								
	Sorveglianza geodetica		●	●		●								
	Misurazioni del livelllo dell'acqua		●	●		●								
	Misurazioni della planarità		●	●		●								
	Verifiche ME		●	●		●								
	Superficie per rilevamento di… (impermeabilizzazione, ecc.)		●	●		●								
	Planarità		●	●		●								
	Prove di carico		●	●		●								
	A - Tecnologia													
	A1 - Hardware													
	Schemi, piani				●	●	●	●	●	●			Allegato.A1.2	
	Piani d'istallazione				●	●	●	●	●	●			Allegato.A1.3	
	Distinta materiali e distinta pezzi				●	●	●	●	●	●			Allegato.A1.4	
	Distinte interfacce				●	●	●	●	●	●			Allegato.A1.5	
	Disposizione armadi				●	●	●	●	●	●			Allegato.A1.6	
	Liste morsetti				●	●	●	●	●	●			Allegato.A1.7	
	Schede dati cavi				●	●	●	●	●				Allegato.A1.8	
	Schede dati computer				●	●	●	●	●				Allegato.A1.9	
	Schede dati sistemi di controllo				●	●	●	●	●				Allegato.A1.10	
	Schede dati componenti livello di controllo				●	●	●	●	●				Allegato.A1.11	
	Schede dati componenti livello di campo				●	●	●	●	●				Allegato.A1.12	
	Descrizioni, comunicazione				●	●	●	●	●				Allegato.A1.13	
	A2 - Software													
	Descrizione sistema e funzioni				●	●	●	●	●				Allegato.A2.1	
	Gestione versioni software				●	●	●	●	●				Allegato.A2.2	
	Liste DP				●	●	●	●	●				Allegato.A2.3	
	Interfacce				●	●	●	●	●				Allegato.A2.4	
	Requisiti porte e fibra ottica				●	●	●	●	●				Allegato.A2.5	
	Sistemi operativi				●	●	●	●	●				Allegato.A2.6	
	B - Esercizio													
	Visione d'insieme dell'impianto				●	●	●	●	●				Allegato.B3	
	Descrizione del sistema e funzioni				●	●	●	●	●				Allegato.B4	
	Eliminazione guasti				●	●	●	●	●				Allegato.B5	
	Istruzioni per l'uso				●	●	●	●	●				Allegato.B6	
	Prescrizioni d'esercizio				●	●	●	●	●				Allegato.B7	
	Manutenzione (prescrizioni, pezzi di ricambio)				●	●	●	●	●				Allegato.B8	
	Gestione software (archiviazione)				●	●	●	●	●				Allegato.B9	
	C - Giustificativi													
	Capitolato d'oneri				●	●	●	●	●				Allegato.C2	
	Autorizzazioni dei piani				●	●	●	●	●				Allegato.C3	
	Verbali di collaudo				●	●	●	●	●				Allegato.C4	
	Certificati dei costruttori				●	●	●	●	●				Allegato.C5	
	Verbali di produzione/istallazione				●	●	●	●	●				Allegato.C6	
	Test di funzionamento e sistema				●	●	●	●	●				Allegato.C7	
	Verbali di misurazione (certificati di sicurezza, misurazioni di controllo, rapporti di verifica SGK, LWL, NT...)				●	●	●	●	●				Allegato.C8	
	Verbali di collaudo d'accettazione				●	●	●	●	●				Allegato.C9	
	Garanzia				●	●	●	●	●				Allegato.C10	
	Documentazione fotografica				●	●	●	●	●				Allegato.C11	
	Dati per sistemi informatici													Anche nel formato originale i dati vanno consegnati elettronicamente
	Dati per FA KUBA (in partic. profilo sagoma limite)	●	●	●		●				●		●		Requisito USTRA
	Dati per FA TRA (in partic. SRB)	●				●				●		●		Requisito USTRA
	Dati per FA BSA (BSA-Web)				●	●				●		●		Requisito USTRA
	Aggiornamento manuale sistemi BSA				●	●						●		Requisito USTRA
	Aggiornamento inventario piani BSA				●	●						●		Requisito USTRA

INDICE ..... **Pagina**

1 Introduzione **2**
2 Struttura della documentazione **3**
2.1 Documentazione perimetro di progetto 4
2.2 Documentazione oggetto d'inventario 6
2.3 Documentazione elementi costruttivi 8
3 Forma della documentazione da consegnare **9**
3.1 Requisiti di contenuto 9
3.1.1 Aspetti giuridici 9
3.1.2 Pianimetrie catastali 9
3.1.3 Altri documenti 9
3.2 Archiviazione 9
3.2.1 Archiviazione cartacea 9
3.2.2 Archiviazione elettronica (struttura delle cartelle) 9
3.2.3 Gestione dei documenti 10
3.3 Etichette dei faldoni 11
3.4 Registrazione dei dati 12
4 Allegato **13**
4.1 Documenti collegati 13
4.2 Termini e sigle 13

1 Introduzione

Il Modulo Documentazione del Manuale tecnico Gallerie/Geotecnica è composto dalle parti seguenti:

- Documentazione di progetto
- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione oggetto d'inventario
- Documentazione elementi costruttivi

- La documentazione di progetto è comprensiva di tutti i documenti prodotti fino alla consegna dell'opera. Non viene aggiornata durante l'intero ciclo di vita dell'impianto, per cui rimane praticamente invariata e viene consultata solo in casi eccezionali. Poiché impostata in modo analogo per tutti e quattro i settori tecnici T/U, K, T/G e BSA, è descritta nella Parte generale del Modulo Documentazione (cfr. 20 001-00002), quindi non viene approfondita in questa sede.

Il tema di questa parte tecnica, invece, è la struttura della documentazione Gallerie/Geotecnica.

In assenza di indicazioni, anche parziali, nei modelli specifici predisposti dalle filiali vale quanto segue nel presente Parte tecnica T/G.

Durante l'utilizzo dell'opera questa Parte tecnica verrà spesso consultata, aggiornata e riveduta. Per questo motivo deve contenere possibilmente i documenti e i dati rilevanti per l'esercizio e la manutenzione dell'opera realizzata. Per essere rapidamente accessibili in caso di bisogno, i documenti archiviati nei raccoglitori devono essere strutturati secondo le indicazioni fornite nella presente Parte tecnica ed elencati negli appositi indici.

In caso di rinnovamenti parziali dell'opera, il capo progetto USTRA decide le modalità di stesura e aggiornamento dei documenti.

2 Struttura della documentazione

La struttura della documentazione T/G non include solo i documenti riguardanti oggetti d'inventario (cfr. direttiva "Oggetti d'inventario", ed. 2010, USTRA 11 013), secondo il sistema di base, e singoli elementi costruttivi, ma anche documenti / informazioni di livello superiore inerenti al perimetro di progetto.

Composizione (cfr. anche la Fig.1):

- Documentazione perimetro di progetto
- Documentazione oggetto d'inventario
- Documentazione elementi costruttivi

I documenti che riguardano più oggetti d'inventario (ad es. più gallerie) sono descritti nella documentazione del perimetro di progetto, mentre a livello di oggetto d'inventario ogni galleria o ogni elemento (canna destra, canna sinistra, centrale, ecc.) è documentato singolarmente.

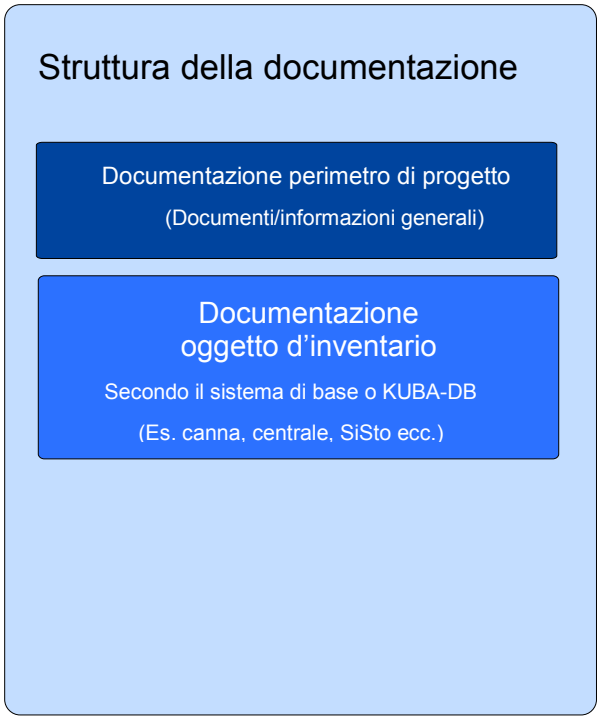


Figura 1 Struttura della documentazione

2.1 Documentazione perimetro di progetto

La documentazione perimetro di progetto comprende tutti i documenti e altri materiali non assegnati specificamente a un singolo oggetto d'inventario e che riguardano l'area perimetrale, tra cui piani corografici, manutentivi e di monitoraggio nonché impianti elettromeccanici, possibilmente riferiti all'opera realizzata. I documenti richiesti sono elencati nell'allegato 1 della Parte generale del Modulo Documentazione.

La documentazione del perimetro di progetto deve essere assegnata a un oggetto d'inventario.

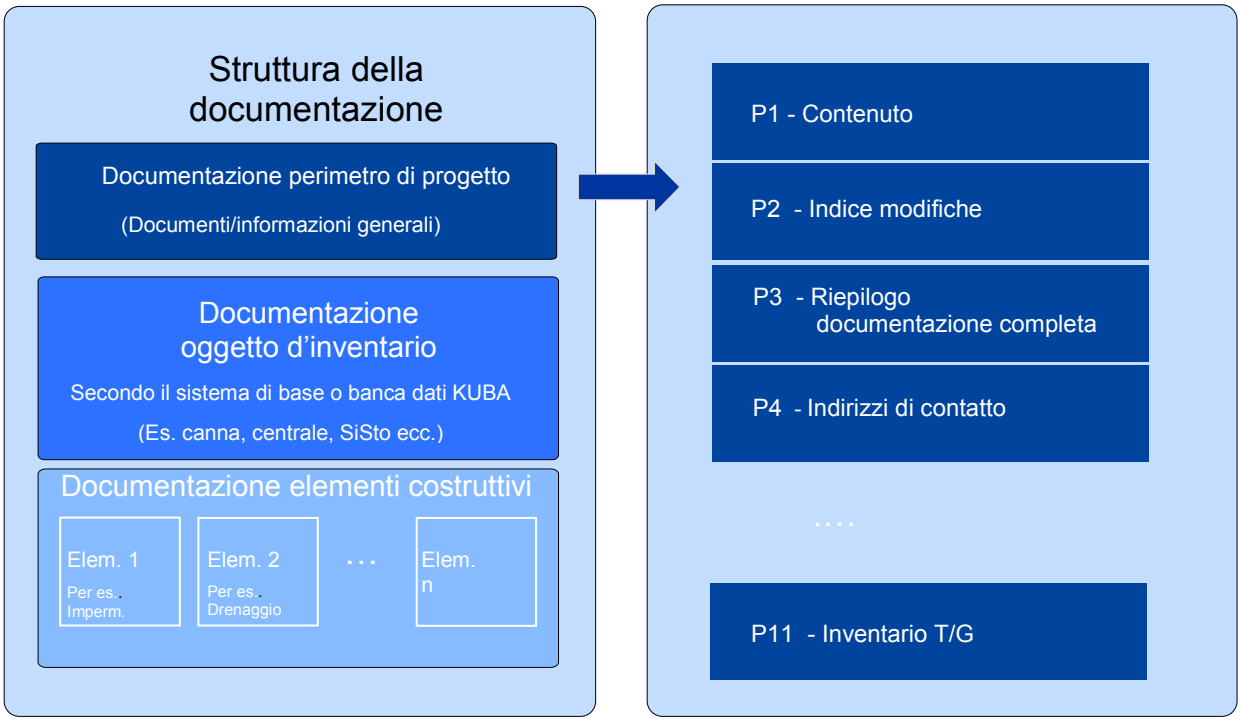


Figura 2 Schema di documentazione perimetro di progetto con struttura dei contenuti

Sono predefiniti gli indici e i sottocapitoli seguenti:

P 1	Contenuto
P 2	Indice delle modifiche
P 3	Riepilogo documentazione completa
P 4	Indirizzi di contatto
P 5	Breve descrizione del perimetro di progetto e degli oggetti d'inventario ivi contenuti
P 6	Documenti di valenza interperimetrale
P 7	Documenti specifici del perimetro
P 8	Istruzioni di utilizzo ed esercizio riguardanti più oggetti d'inventario
P 9	Piani di monitoraggio, manutenzione e sicurezza riguardanti più oggetti d'inventario
P10	Documentazione fotografica del perimetro di progetto
P11	Inventario T/U

Tabella 1: Indici e sottocapitoli della documentazione perimetro di progetto

P1 – Contenuto
Indice del contenuto della documentazione perimetro di progetto. Eventuali sottocapitoli sopra indicati non necessari possono essere lasciati vuoti.

P2 – Indice delle modifiche
Qui vengono annotate in modo tracciabile (chi, quando e perché) tutte le modifiche apportare alla documentazione durante la fase di utilizzo dell'opera. Questo vale sia per l'archiviazione cartacea, sia per quella elettronica.

P3 – Riepilogo documentazione completa
Panoramica di tutta la documentazione riguardante oggetti d'inventario ed elementi costruttivi nel perimetro di progetto.

P4 – Indirizzi di contatto
Dati di contatto di tutti i progettisti e delle imprese che partecipano alla progettazione e realizzazione dell'opera.

P5 – Breve descrizione del perimetro di progetto e degli oggetti d'inventario interessati
Descrizione riassuntiva del perimetro documentato (delimitazione geografica) e degli oggetti d'inventario interessati con riferimento all'opera principale cui è assegnata la documentazione. Sono sempre inclusi anche i piani corografici e, ad esempio, le piante di accesso.

P6 – Documenti di valenza interperimetrale
Documenti e informazioni correlati ad altri eventuali perimetri di progetto contigui (ad es. allineamento longitudinale, geologia, ecc.).

P7 – Documenti specifici del perimetro di progetto
Documenti e informazioni generali riferiti al perimetro specifico (ad es. allineamento longitudinale, gestione del materiale, tracciato, ecc.)

P8 – Istruzioni di utilizzo ed esercizio riguardanti più oggetti d'inventario
Documenti per l'utilizzazione e l'esercizio correlati al perimetro di progetto o di valenza generale per più oggetti d'inventario.

P9 – Piani di sorveglianza, manutenzione e sicurezza riguardanti più oggetti d'inventario
Documenti di monitoraggio, manutenzione e sicurezza correlati al perimetro o di valenza generale per una pluralità di opere.

P10 – Documentazione fotografica del perimetro di progetto
Materiale fotografico del perimetro. Le fotografie specifiche di un singolo oggetto d'inventario devono essere archiviate nella rispettiva documentazione.

P11 – Inventario T/G
Elenchi d'inventario secondo i requisiti USTRA.

2.2 Documentazione oggetto d'inventario

Comprende tutti i documenti e i materiali assegnati a una singola voce d'inventario.

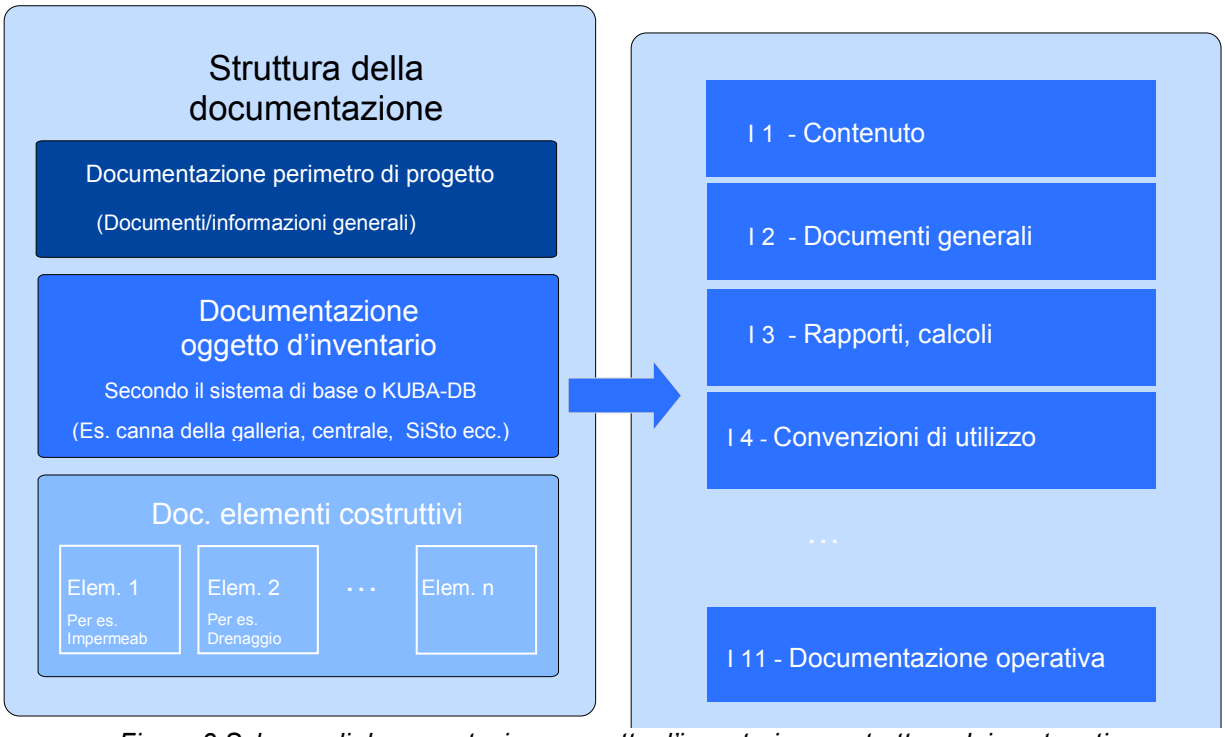


Figura 3 Schema di documentazione oggetto d'inventario con struttura dei contenuti

Sono predefiniti i seguenti indici e sottocapitoli:

I 0	Rimando alla documentazione perimetro di progetto
I 1	Contenuto
I 2	Indice delle modifiche
I 3	Documenti generali
I 4	Rapporti, calcoli, garanzia qualità
I 5	Riepilogo costi, documentazione di collaudo
I 6	Convenzioni di utilizzo, piani di sicurezza e controllo
I 7	Piano di monitoraggio e manutenzione
I 8	Piani esecutivi/di ripristino (PaW)
I 9	Accordo sull'oggetto
I 10	Documentazione operativa

Tabella 2 Indici e sottocapitoli della documentazione tratto/oggetto d'inventario

I0 – Rimando alla documentazione perimetro di progetto
Rimando all'oggetto d'inventario presso il quale è archiviata la documentazione del perimetro di progetto.

P1 – Contenuto
Indice della documentazione tratto / oggetto d'inventario. Eventuali sottocapitoli non necessari tra quelli sopra indicati possono essere lasciati vuoti.

P2 – Indice delle modifiche
Qui vengono annotate in modo tracciabile (chi, quando e perché) tutte le modifiche apportate alla documentazione del tratto / oggetto d'inventario durante la fase di utilizzo dell'opera. Questo vale sia per l'archiviazione cartacea, sia per quella elettronica.

P3 – Documenti generali
Qui vengono raccolti tutti i documenti generali nonché la corrispondenza, i diari, i rapporti, i verbali, le note agli atti, ecc., compresi gli articoli di stampa.

I4 – Rapporti, calcoli, garanzia qualità
Tutti i rapporti di controllo e misurazione, geologia, idrologia ecc, calcoli di asse, stabilità ecc., calcoli statici, documenti fotografici dell'opera, informazioni sui prodotti, ecc.

I5 – Riepilogo costi, documentazione di collaudo
Riepilogo aggiornato dei costi e documentazione di collaudo. Gli atti riguardanti la garanzia devono essere consegnati separatamente, insieme al conteggio finale, all'ufficio contabilità e sono amministrati presso il Supporto.

I6 – Convenzione di utilizzo e base progettuale specifica
Ovvero piano di utilizzo e sicurezza del tratto / oggetto d'inventario

I7 – Piano di monitoraggio e manutenzione
Piano specifico del tratto / oggetto d'inventario con tutti i documenti aggiuntivi richiesti.

I8 – Piani esecutivi/di ripristino (PaW)
Ivi compresi i planimetrie catastali, piani corografici e di cantiere nonché distinte materiali.

I9 – Accordo sull'oggetto
Accordo tra Confederazione e Cantone o terzi per l'utilizzo congiunto dell'opera nel perimetro della strada nazionale. Questa sezione contiene pratiche accessorie e un rimando al documento dell'accordo, archiviato in luogo separato.

I10 – Documentazione operativa
Contiene tutti i documenti necessari per l'esercizio, tra documentazioni operative, piani di piantumazione, piani esecutivi, ecc.

2.3 Documentazione elementi costruttivi

Questa parte comprende tutti i documenti e i materiali riguardanti singoli elementi costruttivi. Tutti i documenti devono essere archiviati separatamente all'interno della documentazione dell'oggetto d'inventario. Si tratta in particolare dei dati riguardanti specifici elementi dell'opera (tiranti di ancoraggio permanenti, elementi di trazione, ecc.) e materiali da costruzione (acciaio da costruzione, calcestruzzo, legno, ecc.).

Ogni documento deve essere archiviato separatamente all'interno della struttura della documentazione.

I dati degli elementi costruttivi devono essere registrati nella banca dati KUBA. La composizione degli elementi costruttivi dell'opera è definita nella Pianificazione manutentiva. I dati sono raggruppati secondo la direttiva sulla registrazione dei dati per i manufatti delle SN nella banca dati KUBA ("*Richtlinie zur Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA*") in: dati strutturali ("sostanziali"), dati ispettivi, dati manutentivi, dati sui soggetti coinvolti e dati documentali. Le prime tre tipologie (struttura/sostanza, ispezione, manutenzione) sono a loro volta suddivise nei livelli manufatto, elementi del manufatto e protezione della superficie. Per quanto riguarda i soggetti coinvolti si distingue tra persone, imprese, consorzi e studi di di ingegneria nonché altri organismi.

I dati sono ulteriormente suddivisi in gruppi corrispondenti alle schede della rubrica in KUBA.

Per la documentazione degli elementi costruttivi i dati vanno registrati su apposite schede secondo la direttiva KUBA-DB e consegnati separatamente al settore EP.

3 Forma della documentazione da consegnare

3.1 Requisiti di contenuto

3.1.1 Aspetti giuridici

L'osservanza dei requisiti minimi di legge riguardo alla documentazione degli oggetti d'inventario è il presupposto per garantire un esercizio conforme. In linea di principio la documentazione deve sempre rispettare le leggi, le disposizioni e le norme vigenti.

3.1.2 Pianimetrie catastali

Tutti le planimetrie catastali devono essere aggiornate in base alle misure eseguite. I requisiti riguardanti la forma o il contenuto da aggiornare sono definiti dalla la Pianificazione manutentiva.

3.1.3 Altri documenti

L'esercizio sicuro ed economico di un oggetto d'inventario richiede, oltre ai documenti prescritti sopra indicati, una serie di altri documenti. I requisiti specifici possono variare da un caso all'altro.

3.2 Archiviazione

3.2.1 Archiviazione cartacea

L'archiviazione fisica della documentazione stampata in raccoglitori avviene secondo la suddivisione in rubriche descritta nella presente Parte tecnica.

Il numero di contenitori da utilizzare non è predefinito, ma deve limitarsi al minimo indispensabile.

3.2.2 Archiviazione elettronica (struttura delle cartelle)

L'esempio seguente mostra la struttura delle cartelle per l'archiviazione elettronica. Occorre prestare attenzione a non inserire spazi nella denominazione, onde agevolare in seguito l'indicazione dei percorsi.

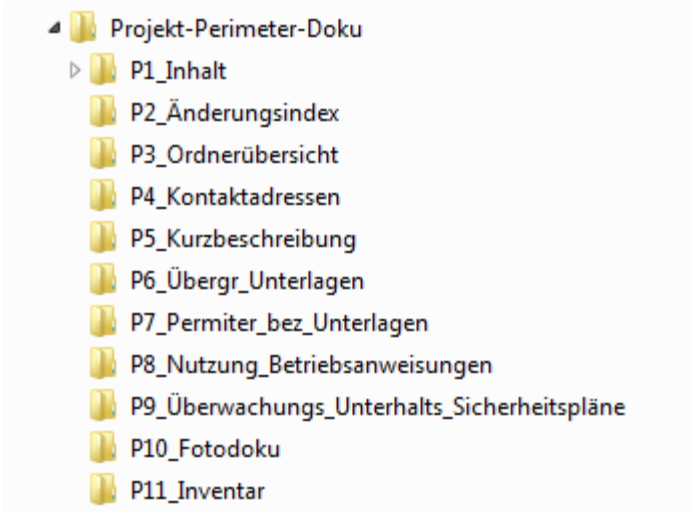


Figura 4 Esempio di archiviazione elettronica della documentazione perimetro di progetto

3.2.3 Gestione dei documenti

Eventuali aggiornamenti dell'archiviazione elettronica devono essere sempre estesi in quella cartacea, assicurando la piena tracciabilità delle modifiche, da elencare nell'apposita cronologia.

3.3 Etichette dei faldoni

Per quanto riguarda le etichette dei raccoglitori relativi alla fase di costruzione dell'opera nel settore T/G si procede come segue:

Position:	Kanton:	NS:
515	SG	N01
NS-Abschnitt:		
Nr.:	NS-Abschnitts-Bezeichnung:	
54	Winkeln - Neudorf	
Projekt-Bezeichnung		
Obj. Nr. 91A Tunnel Rosenberg L		
Inhalt/Aktentypen/Titel:	Filial-Nr.	
	4	

Spiegazioni:

- **Posizione**: posizione secondo Parte generale
- **Cantone**: indicare il cantone
- **SN**: strada nazionale o territorio per impianti generali

- **Settore SN - N.**: penultima e ultima voce nella colonna "Statistica finanziaria No.", vedi indice dei tratti di costruzione dell'USTRA (cfr. …)
- **Nome settore SN**: denominazione del perimetro

- **Nome progetto**:

  Nome dell'oggetto d'inventario con numero tra parentesi

- **Contenuto / tipi di atti / titoli:** elenca i documenti contenuti nel classificatore
- **N. filiale**: numero della filiale USTRA (tra parentesi ev. il numero di una seconda filiale interessata)
- **Colore dell'etichetta:** vedi modulo Documentazione, Parte generale

Figura 5 Esempio per l'etichetta dei classificatori

Per le etichette dei faldoni della documentazione perimetro di progetto e della documentazione tratto / oggetto d'inventario si procede in modo analogo.

I requisiti dettagliati di ogni filiale si trovano negli allegati della Parte generale del Modulo Documentazione.

3.4 Registrazione dei dati

I dati degli elementi costruttivi devono essere registrati nell'applicazione tecnica KUBA. La suddivisione delle componenti dell'opera è definita dalla Pianificazione manutentiva. I dati sono raggruppati secondo la direttiva sulla registrazione dei dati per i manufatti delle SN nella banca dati KUBA ("*Richtlinie zur Datenerfassung der Kunstbauten der Nationalstrassen in KUBA*") per struttura ("sostanza"), ispezione, manutenzione effettuata, soggetti coinvolti e document.

Le prime tre tipologie (struttura/sostanza, ispezione, manutenzione) sono a loro volta suddivise nei livelli manufatto, elementi del manufatto e protezione della superficie. Per quanto riguarda i soggetti coinvolti si distingue tra persone, imprese, consorzi e studi di di ingegneria nonché altri organismi. I dati sono ulteriormente suddivisi in gruppi corrispondenti alle schede della rubrica in KUBA.

Per la documentazione degli elementi costruttivi i dati vanno registrati su apposite schede secondo la direttiva KUBA-DB e consegnati separatamente al settore EP.

Per la registrazione dei dati sono a disposizione i seguenti documenti:

- ASTRA 62014 Manuale registrazione dati KUBA
- 22°001-50010 Scheda acquisizione dati KUBA

4 Allegato

4.1 Documenti collegati

Documento	Descrizione	Data / versione
[1] Documentazione IT ASTRA 62014 Manuale registrazione dati KUBA	Dokumentation rilevamento dati delle opere d'arte delle strade nazionali in KUBA	2012 / V1.4
[2] Scheda 22°001-50010 Manuale acquisizione dati KUBA	Istruzioni per la registrazione di dati in FA KUBA	2016 / V1.09

Tabella 3 Documenti di riferimento

4.2 Termini e sigle

Abbreviazioni e termini	Descrizione
T/G	Gallerie/Geotecnica
DaW	Documentazione dell'opera realizzata (contiene documenti e dati)
PaW	Piani dell'opera realizzata
Oggetto d'inventario	Manufatto registrato nel sistema di base o nella banca dati
Perimetro	Tratto o territorio corrispondente al raggio d'azione (territorio geografico) degli impianti BSA documentati.
Struttura di contenuto	Schema di strutturazione tematica di elementi di una documentazione, a prescindere dal livello di applicazione.
Documentazione del progetto	Comprende tutto il materiale prodotto nel corso di un progetto, tra cui documenti di base, organizzativi, finanziari, scadenze, verbali di riunioni, contratti, verbali di collaudo, ecc.
Documentazione oggetto d'inventario	Comprende la documentazione dell'elemento inventariato
Documentazione operativa	Rientra solo in misura limitata in questo Modulo. La delimitazione è descritta nel Modulo Manutenzione.
Documentazione perimetro di progetto	Comprende i documenti non assegnabili a un singolo impianto. Nella maggior parte dei casi si tratta di documenti generali relativi all'intero perimetro.
Documentazione oggetto d'inventario	Comprende la documentazione degli aspetti tecnici, operativi e contrattuali di un singolo elemento inventariato.

Tabella 4 Termini e sigle

INDICE ..... **Pagina**

1 Introduzione **2**
2 Ambito di applicazione **2**
3 Possibile utilizzo **2**
4 Creazione scheda **2**
5 Riesportazione in KUBA **2**
6 Processo **3**

1 Introduzione

La scheda di acquisizione dati serve per registrare informazioni relative alla struttura esistente, a un'ispezione o a interventi di manutenzione.
Si tratta di un **foglio Excel** in formato elettronico e può essere generata direttamente da KUBA, che vi trasferisce in via automatica i dati pertinenti, come ad esempio le informazioni sui componenti delle opere in caso di interventi di manutenzione.

2 Ambito di applicazione

La scheda di acquisizione dati può essere generata da KUBA in **tre versioni**:

- acquisizione dati della **struttura esistente**
- acquisizione dati relativi a un'**ispezione**
- acquisizione dati relativi a **interventi di manutenzione**

3 Possibile utilizzo

- Acquisizione di singole componenti di opere, es. in caso di **ristrutturazioni**
- Acquisizione di informazioni specifiche in caso di ispezione, es. nell'ambito di una **verifica**
- Acquisizione degli interventi di manutenzione effettuati per una o più opere nel quadro di un **progetto di conservazione**

4 Creazione scheda

In KUBA selezionare un'opera a livello di oggetto principale, quindi la funzione «Bericht» (Rapporto) per un singolo oggetto o «Dokumente exportieren» (Esporta documenti) per più oggetti

(vedi

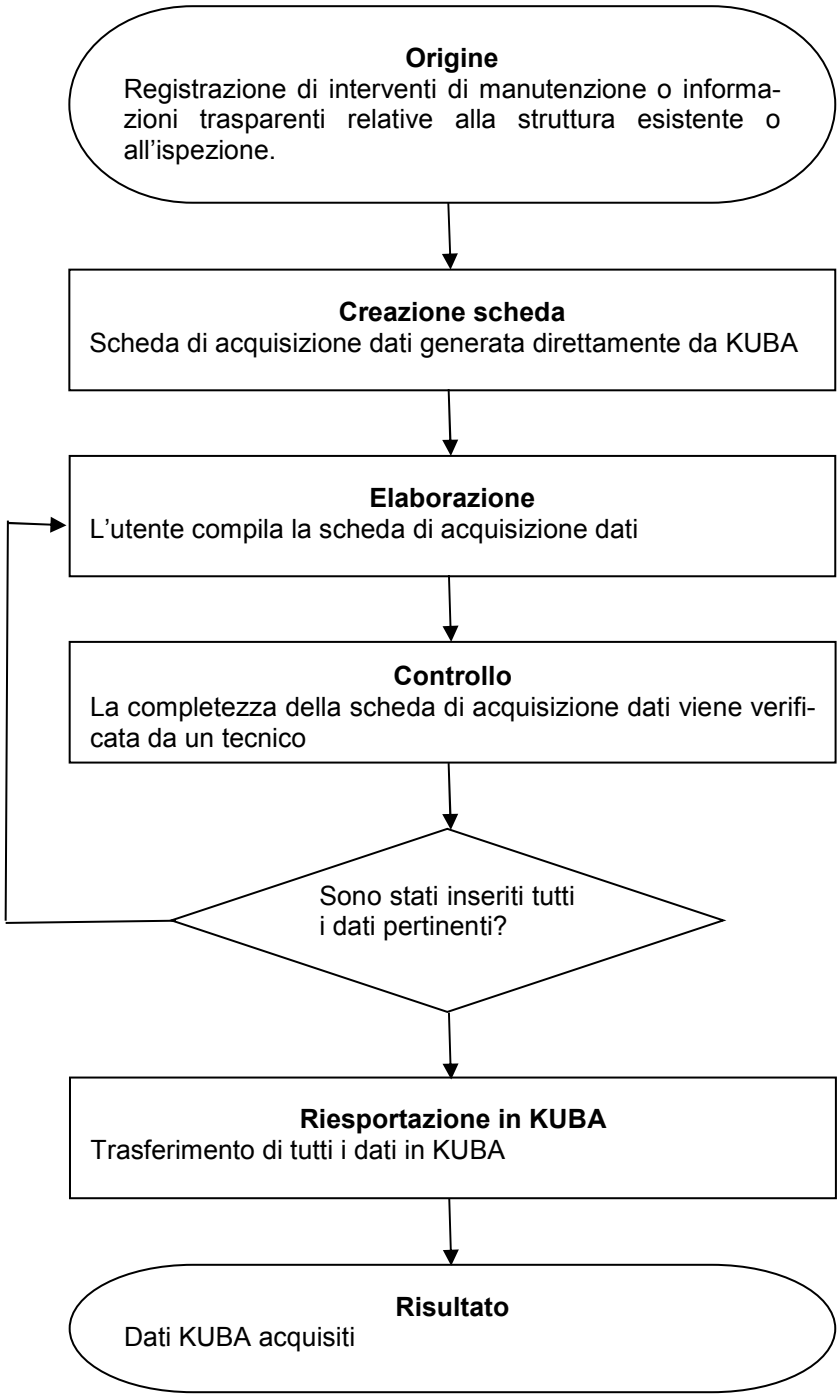
e

).

5 Riesportazione in KUBA

La scheda di acquisizione dati compilata da un **utente** dovrebbe essere verificata e successivamente inserita in KUBA da parte di un **tecnico**, di norma l'addetto alla gestione dati della filiale. La scheda compilata dall'utente viene archiviata in KUBA come foglio Excel.

6 Processo


Origine
Registrazione di interventi di manutenzione o informazioni trasparenti relative alla struttura esistente o all'ispezione.
Creazione scheda
Scheda di acquisizione dati generata direttamente da KUBA
Elaborazione
L'utente compila la scheda di acquisizione dati
Controllo
La completezza della scheda di acquisizione dati viene verificata da un tecnico
Sono stati inseriti tutti i dati pertinenti?
Riesportazione in KUBA
Trasferimento di tutti i dati in KUBA
Risultato
Dati KUBA acquisiti
Ruoli coinvolti:
- progettista manutentore
- addetto gestione dati
- utenti
Strumenti:
- manuale acquisizione dati KUBA
- progettista manutentore
- addetto gestione dati
- progettista manutentore
- addetto gestione dati

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA, MISTRA KUBA

ERHEBUNGSFORMULAR - KUBA

BLATT-NR.:
DATUM: . .
BÜRO:
NAME:

Nationalstrasse Nr.: | **RA Nummer:** | **Abschnitt:** | **Kanton:** | **Gemeinde:** | **km:**

InfO-Nr: | **InfO-Name:**

InfO-Typ: | **InfO-Bauart:**

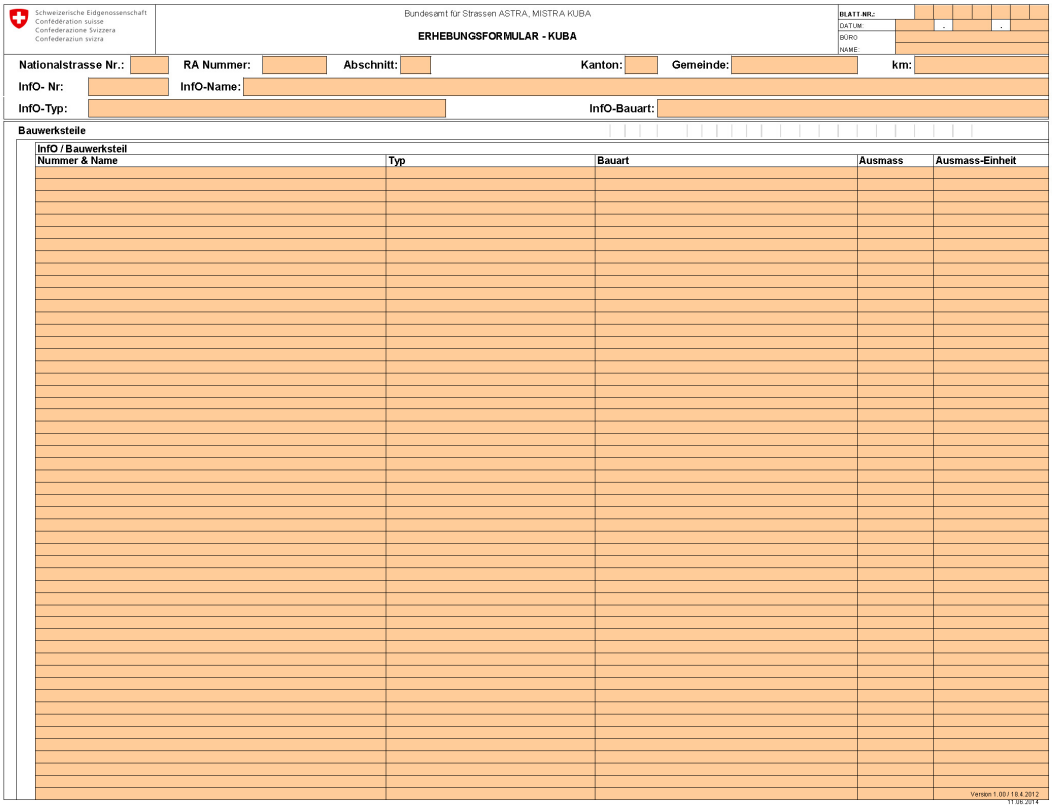
Bauwerk Substanzdaten

Typ Sammelobjekt:				Datum der Abnahme:	. .
Detaillierter Typ Sammelobjekt:				Datum der Schlussprüfung:	. .
Typ Bauwerk (bzw. InfO):					
Detaillierter Typ Bauwerk Stufe 1 (bzw. InfO):					
Detaillierter Typ Bauwerk Stufe 2 (bzw. InfO):					
Detaillierter Typ Bauwerk Stufe 3 (bzw. InfO):					
Funktion:					
Landeskoordinaten:	Y		X		
Massnahme/Angaben über ausgeführte Arbeiten:					
Baujahr:		BW-Länge (m):		BW-Höhe (m):	
Höhe ü. M. [m]		BW-Breite (m):	20	Fläche (m²):	
Maximalgefälle des Belags (%):				Hauptspannweite/ lichte Weite (m):	
Kommentar:				Max. Trägerhöhe (m):	
				Anz. Brückenfelder (Stk.):	
				Pfeilhöhe Spannweite (m):	
zusätzliche Angaben:				Lichtraumprofil: Höhe (m):	
				Breite (m):	
				Max. Infrastrukturobjekthöhe (m):	
Status:					

Beteiligte:

Projektverfasser:	
Unternehmung:	
Geotechniker:	
Berichtverfasser:	
Spezialist:	
Prüfingenieur:	
Andere Beteiligte:	

Version 1.00 / 18.4.2012
11.06.2014



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA, MISTRA KUBA

ERHEBUNGSFORMULAR - KUBA

BLATT-NR.:
DATUM: . .
BÜRO:
NAME:

Nationalstrasse Nr.: **RA Nummer:** **Abschnitt:** **Kanton:** **Gemeinde:** **km:**

InfO- Nr: **InfO-Name:**

InfO-Typ: **InfO-Bauart:**

Bauwerksteile

InfO / Bauwerksteil

Nummer & Name	Typ	Bauart	Ausmass	Ausmass-Einheit

Version 1.00 / 18.4.2012
11.08.2014

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA, MISTRA KUBA

ERHEBUNGSFORMULAR - KUBA

BLATT-NR.:
DATUM: . .
BÜRO
NAME:

Nationalstrasse Nr.: **RA Nummer:** **Abschnitt:** **Kanton:** **Gemeinde:** **km:**

InfO- Nr: **InfO-Name:**

InfO-Typ: **InfO-Bauart:**

InfO- / Bauwerksteilangaben:

1. Wurde ein Bauwerksteil ersetzt oder nachträglich hinzugefügt? ☐ Ersatz ☐ Nachträgliche Erstellung (z.B. Oberflächenschutz) ☐ Erstmalige Erfassung

Hinweis zum Ersatz: Die Option "Ersatz" sollte gewählt werden, falls ein bisheriges Bauwerksteil durch ein Neues vollständig ersetzt wird, d.h das bisherige Bauwerksteil wird abgebrochen. Dagegen soll die Option "Nachträgliche Erstellung" gewählt werden, wenn ein neues Bauwerksteil zum Bauwerk hinzugefügt wird, d.h. es wird kein bisheriges Bauwerksteil ersetzt.

Hinweis zum Oberflächenschutz: Wird ein Oberflächenschutz auf ein Bauwerksteil aufgebracht, so sollte die Option "Nachträgliche Erstellung" erfasst werden - unabhängig davon, ob das zugehörige Bauwerksteil nachträglich erstellt oder ersetzt wurde. Ein Oberflächenschutz wird in KUBA grundsätzlich als untergeordnetes Infrastrukturobjekt zu einem Bauwerksteil erfasst.

2a. Bitte hier das ersetzte IO oder Bauwerksteil auswählen, falls unter 1. die Option "Ersatz" gewählt wurde.

Ersetztes (altes) IO / Bauwerksteil:

Falls das entsprechende Bauteil in der Liste nicht vorhanden ist, bitte Name und Nummer des IO's hier eintragen:

2b. Bitte hier das neue übergeordnete IO oder Bauwerksteil wählen, falls unter 1. die Option "Nachträgliche Erstellung" oder "Erstmalige Erfassung" ausgewählt wurde.

Neues übergeordnetes IO:

Falls das entsprechende Bauteil in der Liste nicht vorhanden ist, bitte Name und Nummer des IO's hier eintragen:

3. Angaben zum neuen IO / Bauwerksteil:

(Nummer) / Name gemäss Richtlinie Datenerfassung Nr.

Falls eine andere (Nummer) / Name als in der Richtlinie definiert gewählt wurde

Typ

4. Weiteres:

Bauart:

Zugänglichkeit:

Ausmass:

Baumaterial:

Weitere Beteiligte (mit Namen und Funktion):

Zusatz Info:

Version 1.00 / 18.4.2012
11.08.2014