 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 1 di 7

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 interrato 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

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 2 di 7

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).

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 3 di 7

Sezione tipo

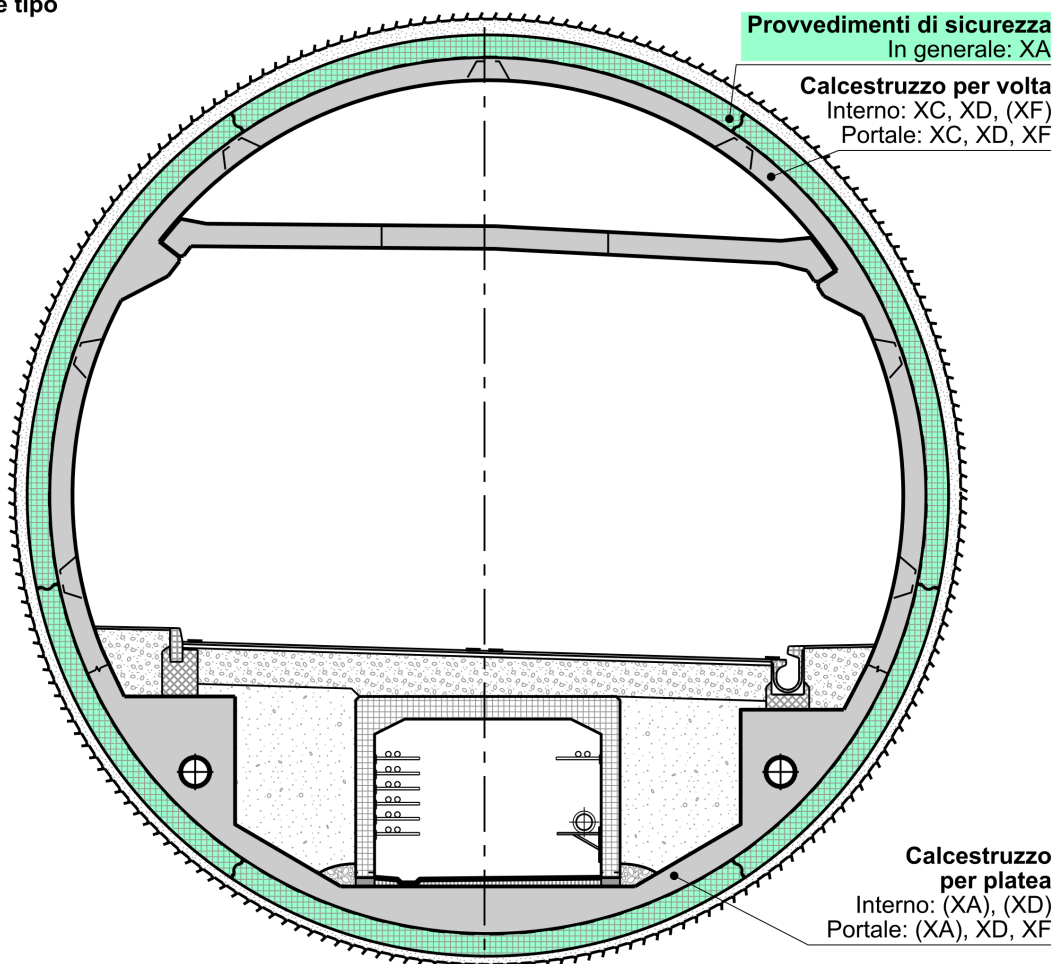



Figura 1: Classi di esposizione rilevanti per le gallerie stradali

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.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 4 di 7

- 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.

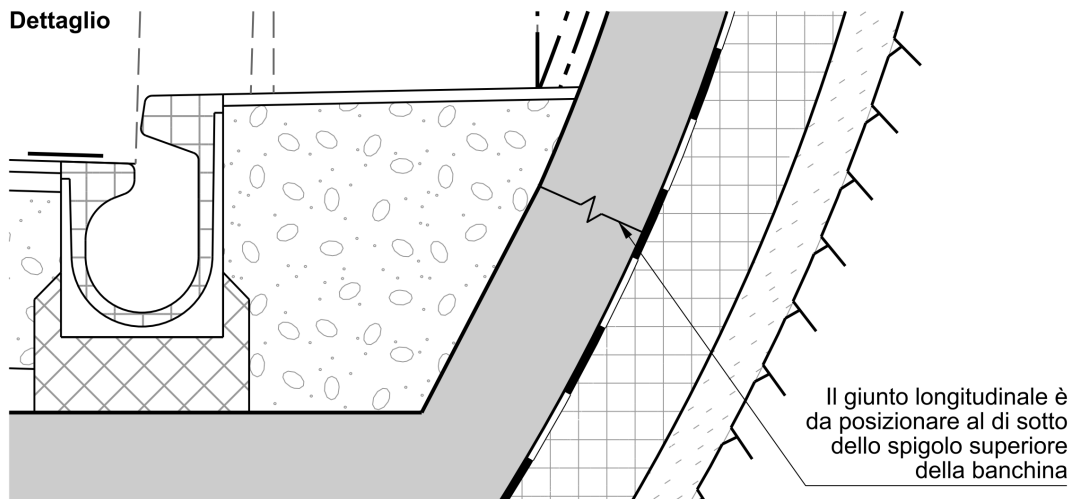



Figura 2: Esempio di giunti di lavoro longitudinali nell'area della banchina per la volta dell'anello interno

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 rigidità 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.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 5 di 7

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.

Dettaglio

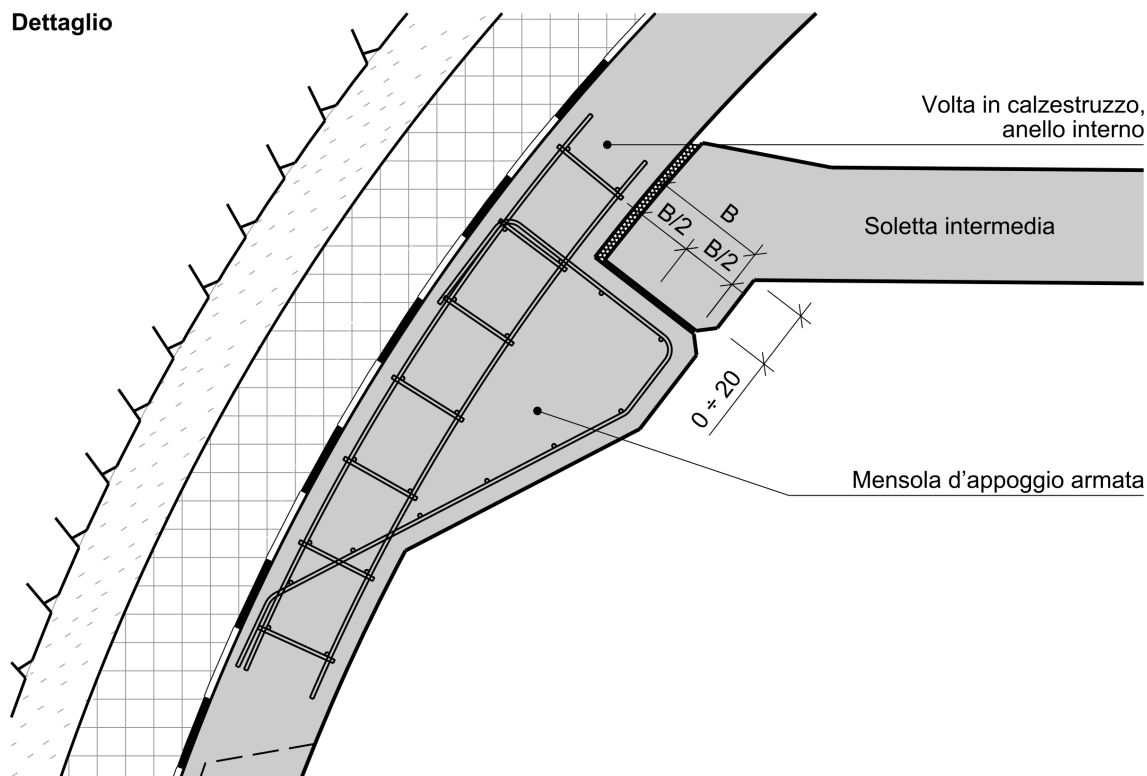



Figura 3: Esempio di schema d'armatura per una mensola d'appoggio

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.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 6 di 7

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".

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica Scheda tecnica Elementi costruttivi Finitura	24 001-10302
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC Ufficio federale delle strade USTRA	Rivestimento definitivo	V2.18 01.01.2024
Divisione Infrastruttura stradale I		Pagina 7 di 7

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".