



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Ufficio federale delle strade USTRA**

**DIRETTIVA**  
**CABLAGGI DELLE STRADE**  
**NAZIONALI**

---

*Edizione 2019 V1.20*  
*ASTRA 13022*

## Colophon

### **Autori/Gruppo di lavoro**

Fuchs Eugen	(USTRA N-ST, presidenza)
Schnetz Jean-Paul	(USTRA N-ST)
Crausaz Bernard	(USTRA N-ST)
Markus Eisenlohr	(USTRA I-FU)
Roland Hürlimann	(ESTI)
Walter Bstieler	(ESTI)
Stephan Baumann	(Zielmanagement GmbH, elaborazione)
Karl Wittker	(Zielmanagement GmbH, elaborazione)

**Traduzione** (fa fede la versione originale in tedesco)  
Servizi linguistici USTRA (traduzione francese e tedesca)

### **A cura di**

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

### **Ordinazione**

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

© USTRA 2019

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

## Prefazione

Nel sistema lineare delle strade nazionali la realizzazione di cablaggi per gli impianti ad alta e bassa tensione, a “corrente forte” e “debole” nonché per l'utilizzo di cavi di segnale e in fibra ottica rappresenta spesso una sfida impegnativa.

L'attuazione della presente direttiva, che definisce i requisiti per tali opere sui tratti a cielo aperto e in galleria, consente di armonizzare l'esecuzione dei lavori in fase di potenziamento, manutenzione ed esercizio delle infrastrutture stradali.

Particolare attenzione è rivolta alla sicurezza delle persone e alla protezione degli impianti in caso di emergenza.

### **Ufficio federale delle strade**

Jürg Röthlisberger  
Direttore

# Indice

	<b>Colophon .....</b>	<b>2</b>
	<b>Prefazione .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>6</b>
1.1	Scopo della direttiva.....	6
1.2	Campo di applicazione.....	6
1.3	Destinatari.....	6
1.4	Entrata in vigore e cronologia redazionale .....	6
<b>2</b>	<b>Obiettivi del documento .....</b>	<b>7</b>
2.1	Obiettivi generali .....	7
2.2	Terminologia utilizzata .....	7
2.3	Delimitazioni.....	7
<b>3</b>	<b>Requisiti e impiego di cavi elettrici .....</b>	<b>8</b>
3.1	Requisiti di base per cavi .....	8
3.2	Protezione da forze esterne.....	8
3.3	Protezione antincendio .....	8
3.3.1	Protezione antincendio relativa ai cavi .....	9
3.3.2	Continuità funzionale dei cablaggi .....	10
<b>4</b>	<b>Requisiti e impiego di sistemi portacavi .....</b>	<b>11</b>
4.1	Requisiti di base per i sistemi portacavi.....	11
4.2	Specifiche dei tipi di canali.....	11
4.3	Prescrizioni strutturali.....	11
4.4	Montaggio dei sistemi portacavi .....	11
4.5	Impiego e scelta dei sistemi portacavi .....	12
4.6	Requisiti specifici .....	13
4.6.1	Tratti a cielo aperto .....	13
4.6.2	Distribuzione capillare in galleria .....	13
4.6.3	Canale di ventilazione .....	13
4.6.4	Canale tecnico .....	13
4.6.5	Cunicoli di sicurezza .....	13
4.6.6	Locali tecnici .....	13
4.6.7	Collegamento galleria - canale tecnico.....	13
4.6.8	Zone di salita in vie di fuga verticali .....	13
4.6.9	Centrale operativa, centri di manutenzione .....	13
<b>5</b>	<b>Installazione di cavi per le strade nazionali .....</b>	<b>14</b>
5.1	Requisiti di base per la posa di cavi .....	14
5.2	Piani di installazione dei cavi .....	14
5.3	Comportamento dei cavi in fase operativa e in caso di emergenze .....	15
5.3.1	Installazione: specifiche dei fabbricanti .....	15
5.3.2	Separazione .....	16
5.3.3	Collegamenti .....	16
5.3.4	Posa singola .....	17
5.3.5	Posa protetta.....	17
5.3.6	Installazione mista con continuità funzionale.....	17
5.3.7	Marcatura.....	17
<b>6</b>	<b>Installazione di impianti specifici.....</b>	<b>18</b>
6.1	Alta tensione .....	18
6.2	Ventilazione .....	18
6.3	Cavi radio radianti in galleria.....	19

6.4	Rilevamento antincendio in galleria .....	19
6.5	Guida luminosa in galleria .....	19
6.6	Fibra ottica.....	20
6.6.1	Informazioni generali .....	20
6.6.2	Esecuzione cablaggio fibra ottica.....	21
6.6.3	Misurazioni dei tratti FO installati .....	21
6.7	CUC in centrali .....	22
6.8	Tracciato parallelo di bassa e bassissima tensione.....	22
<b>7</b>	<b>Documentazione .....</b>	<b>23</b>
7.1	Cavi .....	23
7.2	Sistemi portacavi.....	24
7.3	Posa di cavi .....	24
	<b>Appendici .....</b>	<b>25</b>
	<b>Glossario/Acronimi .....</b>	<b>30</b>
	<b>Riferimenti normativi e bibliografici.....</b>	<b>32</b>
	<b>Cronologia redazionale .....</b>	<b>33</b>

# 1 Introduzione

## 1.1 Scopo della direttiva

Il documento stabilisce le prescrizioni per le opere di cablaggio delle strade nazionali, a integrazione di leggi e ordinanze in materia, definendo in particolare i requisiti per materiali, sistemi portanti e posa nonché la relativa documentazione.

## 1.2 Campo di applicazione

La direttiva si applica alla pianificazione, alla realizzazione e all'esercizio delle opere di cablaggio, nuove o ampliate, delle strade nazionali di classe 1, 2 e 3 su tratti a cielo aperto e in galleria. Non riguarda le aree di servizio né i centri di manutenzione.

Regime transitorio per progetti in corso:

- se i lavori di installazione sono iniziati prima del 2015 valgono le indicazioni del bando di concorso;
- per quelli avviati dopo il 2015 valgono le indicazioni KBOB (nessun cavo FE0 e FE05. Si devono utilizzare i cavi FE05C e FE180, E60);
- se l'avvio è previsto dal 2020 valgono le indicazioni della presente direttiva.

## 1.3 Destinatari

La presente direttiva è rivolta a:

- tecnici specialisti dell'USTRA;
- tecnici specialisti delle Unità territoriali;
- progettisti e imprese che su incarico dell'USTRA si occupano degli impianti elettromeccanici (BSA);
- ispettori e organi di controllo.

## 1.4 Entrata in vigore e cronologia redazionale

La presente direttiva entra in vigore il 01.05.2019. La "Cronologia redazionale" è documentata nell'omonimo capitolo a pagina 33.

## 2 Obiettivi del documento

### 2.1 Obiettivi generali

L'obiettivo della direttiva è realizzare opere di cablaggio sicure, durature e di facile manutenzione sulle strade nazionali.

Leggi, ordinanze e norme tecniche impongono che in caso di emergenza:

- le vie di fuga e di soccorso siano sicure;
- la propagazione del fuoco sia circoscritta;
- siano preservate le funzioni necessarie.

A tale scopo la direttiva definisce:

- i requisiti per i cavi (e relativi fabbricanti) installati sui tratti a cielo aperto e nelle gallerie;
- i requisiti per i sistemi portacavi (e relativi fabbricanti);
- le indicazioni per la posa (e relativi installatori).

Il cablaggio deve essere separato per ciascuna canna della galleria.

### 2.2 Terminologia utilizzata

Nelle ordinanze e nelle normative vengono utilizzati diversi termini per indicare impianti tecnici di sicurezza, impianti di sicurezza, rilevanti per la sicurezza ecc.

Nella presente direttiva si utilizzano in modo uniforme le specificazioni "alimentato con rete normale" e "alimentato con rete d'emergenza". I requisiti specifici per gli impianti sono descritti nel capitolo 6.

### 2.3 Delimitazioni

Il dimensionamento dei cavi non è oggetto della presente direttiva.

Altrettanto vale per la realizzazione e il dimensionamento dei cavidotti nonché i cablaggi temporanei.

## 3 Requisiti e impiego di cavi elettrici

### 3.1 Requisiti di base per cavi

La durata di utilizzo prevista è:

- da 30 a 45 anni per i cavi in rame;
- da 25 a 35 anni per i cavi in fibra ottica (FO).

Per il comportamento a lungo termine dei materiali isolanti vale quanto segue:

- I cavi che conducono energia devono soddisfare le proprietà di comportamento termico a lungo termine per l'invecchiamento (come da norma SN EN 60216).

### 3.2 Protezione da forze esterne

#### Fattori meccanici

Tutti i cavi in prossimità della carreggiata devono essere provvisti di una protezione meccanica, realizzabile mediante:

- installazione a incasso;
- sistemi portanti;
- tubature;
- coperture;
- armatura.

#### Acqua e umidità

I cavi esposti ad acqua o umidità devono poter continuare a funzionare correttamente senza limitazioni.

#### Roditori

I cavi su tratti a cielo aperto di diametro inferiore a 30 mm devono essere dotati di una protezione antiroditori. Questa specifica vale per i cavi elettrici ad alta e a bassa tensione, i cavi coassiali e la fibra ottica. La guaina, anche se scoperta, non deve subire fenomeni di corrosione.

Particolare attenzione richiede la zona di imbocco di gallerie stradali, in corrispondenza dell'uscita di cunicoli di sicurezza e di canali tecnici, dove nei punti più a rischio si devono utilizzare cavi dotati di armatura.

Nelle centrali, nelle stazioni e nelle cabine gli ingressi dei cavi vanno sigillati permanentemente a tenuta in modo impenetrabile per gli animali.

#### Specificità locali

Nelle aree urbane i piccioni possono sporcare danneggiando seriamente i canali. Per prevenzione occorre utilizzare delle coperture. Eventuali altri fenomeni noti vanno contrastati con opportuni accorgimenti.

#### Resistenza ai raggi UV

I cavi su tratto a cielo aperto esposti all'irradiazione solare devono essere resistenti ai raggi ultravioletti.

#### Compatibilità elettromagnetica

Su tracciati a cielo aperto, in galleria e nel canale tecnico si deve provvedere ad accorgimenti di protezione da raggi elettromagnetici adatta al tipo di interferenze atteso.

### 3.3 Protezione antincendio

I seguenti requisiti sono validi per tutti i cavi installati sulle strade nazionali.



### 3.3.1 Protezione antincendio relativa ai cavi

La protezione antincendio relativa ai cavi è definita nell'ordinanza sui prodotti da costruzione (OProdC, RS 933.01) e nella norma SN EN 13501-6.

Per le strade nazionali vale quanto indicato di seguito.

- Per i tratti a cielo aperto, categoria estesa anche alle gallerie di lunghezza inferiore a 100 m, si utilizzano cavi privi di sostanze alogene della classe F<sub>ca</sub> (nessuna definizione di proprietà di reazione al fuoco).
- Per la rete normale in gallerie di lunghezza superiore a 100 m è previsto l'utilizzo di cavi della classe C<sub>ca</sub>-s1,d1,a1 (lenta propagazione dell'incendio, lieve formazione di fumo, breve sgocciolamento di materiale incendiato). La stessa classe di cavi si utilizza anche per i canali tecnici (senza funzione di cunicolo di sicurezza) e per i cavidotti.
- Per la rete d'emergenza nello spazio di transito al di sopra della carreggiata è previsto l'utilizzo di cavi della classe B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1, E60 (lenta propagazione dell'incendio, lieve formazione di fumo, breve sgocciolamento di materiale incendiato, gas di combustione lievemente corrosivi, continuità garantita per 60 minuti).
- Se il canale tecnico funge allo stesso tempo anche da cunicolo di sicurezza o viceversa, si devono utilizzare cavi della classe B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1, E60.
- Per i cavi ad alta tensione con protezione antincendio (p. es. cavidotti, canali antincendio ecc.), si applica la classe F<sub>ca</sub>, privo di sostanze alogene. Per i cavi ad alta tensione posati su vie cavi si applicano i requisiti della zona corrispondente (Fig. 3.1).
- A seconda della finalità e del rischio si devono adottare misure di protezione aggiuntive quali cavi armati, schermati, a tenuta d'acqua longitudinale, dotati di armatura resistente alla trazione e/o cavi resistenti ai raggi UV.

Zona USTRA	Applicazione	Classe di cavi (OProdC RS 933.01)	Tipo d'installazione
10	Tratto a cielo aperto (incluse gallerie 0-100 m) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreggiata</li> <li>• Ponti</li> <li>• Viadotti</li> <li>• Portali segnaletici</li> </ul>	F <sub>ca</sub> , privo di sostanze alogene  In caso di esposizione all'irradiazione solare, è necessaria anche la resistenza alla radiazione solare ultravioletta.	Tubature
20	Gallerie (dall'altezza della carreggiata) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spazio di transito, gallerie semiaperte</li> <li>• Canale di ventilazione (immissione e scarico)</li> </ul>	Rete di emergenza: B2 <sub>ca</sub> s1a, d1, a1, E60	Vie cavi Tubature
		Rete normale: C <sub>ca</sub> s1, d1, a1	
30	Gallerie (sotto il livello carreggiata) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubature</li> <li>• Canali tecnici</li> <li>• Cunicoli di sicurezza</li> <li>• Locali tecnici (inclusi vani tecnici)</li> <li>• Collegamento galleria - canale tecnico</li> </ul>	C <sub>ca</sub> s1, d1, a1	Vie cavi Tubature
30	Canali tecnici con funzione anche di cunicolo di sicurezza  Cunicoli di sicurezza con funzione anche di canale tecnico  Zone di salita in vie di fuga verticali	B2 <sub>ca</sub> s1a, d1, a1, E60  In alternativa C <sub>ca</sub> s1, d1, a1 con rivestimento antincendio	Vie cavi Tubature
40	Centrale operativa, centri di manutenzione	Come da NIBT e AICAA	

Fig. 3.1 Requisiti di protezione antincendio passiva

La classificazione va attestata con "dichiarazione di prestazione" secondo OProdC.

Nelle zone di transizione si applicano i requisiti più stringenti (per es. il cavo della corrente d'emergenza nel canale tecnico posato senza punto di collegamento direttamente nello

spazio di transito deve soddisfare la classe B2<sub>ca</sub> s1a, d1, a1, E60 fino al collegamento successivo nel canale tecnico).

### 3.3.2 Continuità funzionale dei cablaggi

I requisiti di continuità funzionale sono descritti nella norma DIN 4102-12 "Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen" (reazione al fuoco di materiali e componenti).

La progettazione dei sistemi portacavi deve seguire un approccio di tipo organico ed evolutivo che consenta l'ampliabilità, la disposizione e la separazione ordinata dei cablaggi.

La continuità è necessaria per impianti e dispositivi di rilevanza critica per la sicurezza (alimentazione energetica):

- tutti gli impianti alimentati a corrente d'emergenza;
- serrande di ventilazione, ventilatori;
- sensoristica.

Durata di continuità:

- 60 minuti per gli impianti alimentati a corrente d'emergenza (E60);
- 90 minuti per le serrande di ventilazione, ventilatori (E90);
- 90 minuti per la sensoristica (E60).

La continuità funzionale non è di facile realizzazione per tutti gli impianti, la cui configurazione dipenderà dalle possibilità di successivo potenziamento, dalla scelta limitata di cavi e dal ciclo di vita (life cycle).

La continuità funzionale può essere ottenuta anche mediante interventi strutturali.

Pertanto la norma DIN 4102-12 prevede le seguenti varianti di esecuzione:

#### Sistema portante speciale

La combinazione di cavo e sistema portacavi determina la continuità dell'intero sistema. A tale proposito occorre considerare le combinazioni collaudate dai fabbricanti, ivi comprese le distanze di posa e fissaggio specificate nonché il livello di massima sollecitazione meccanica in caso d'incendio.

#### Sistema portante normato

I cavi e sistemi portanti dotati di continuità funzionale sono documentabilmente e separatamente conformi a norma DIN 4102-12.

Vanno osservate le specifiche del produttore in termini di distanze di posa e fissaggio nonché livello massimo di sollecitazione meccanica in caso d'incendio.

Optando per un tale sistema normato sarà possibile installare cavi di produttori diversi per un impianto a continuità garantita.

#### Documentazione di impianti a continuità garantita

In base alla norma DIN 4102-12 devono essere approntati i seguenti documenti:

- certificazione generale di costruzione (Allgemeines Bauaufsichtliches Prüfzeugnis ABP) oppure certificato AICAA per sistemi portanti normati e speciali;
- dichiarazione di conformità con dati tecnici per cablaggi (installatore);
- identificazione con targhetta (fabbricante, codice ABP e tipo di posa, classe di continuità funzionale, anno di fabbricazione).

Per l'USTRA si impone in generale l'utilizzo di sistemi portanti normati!

## 4 Requisiti e impiego di sistemi portacavi

### 4.1 Requisiti di base per i sistemi portacavi

I sistemi portacavi vengono impiegati per:

- la posa in canali tecnici;
- la distribuzione capillare nello spazio di transito di gallerie;
- le strutture combinate con apparecchiature, per esempio sistemi di illuminazione;
- la protezione e la sistemazione dei cablaggi in fabbricati, centrali ecc.

### 4.2 Specifiche dei tipi di canali

La scelta dei materiali adatti dipende dalle condizioni di corrosività sul luogo di installazione.

La norma SN EN 13501-1 prevede cavi con le seguenti caratteristiche:

- assenza di sostanze alogene;
- resistenza a sollecitazioni esterne (collaudi superati a 50 J);
- classe di materiale SN EN 13501-1 almeno B1 (difficilmente infiammabile).

Nota: i sistemi portacavi E90 possono essere forniti solo fino a 40 cm di larghezza.

### 4.3 Prescrizioni strutturali

Nei sistemi portacavi vanno predisposti degli accorgimenti per il montaggio di elementi di separazione (almeno perni di separazione).

Se sul sistema portante sono posati cavi dotati di funzione di corrente d'emergenza, i sistemi portacavi devono essere certificati secondo DIN 4102-12 con E90. Questo requisito si applica anche alla posa mista di cavi con alimentazione dalla rete normale e dalla rete d'emergenza.

Per la guida cavi si utilizzeranno gomiti, elementi a T, lamiere di guida verticali ecc.

Le strutture combinate per il fissaggio di sistemi di illuminazione devono presentare una distanza minima di 130 mm dalle lampade.

### 4.4 Montaggio dei sistemi portacavi

Il produttore di sistemi portacavi fornisce istruzioni di montaggio dettagliate.

La scelta dei tasselli giusti dipende dal fondo sul quale si effettua il montaggio.

I tasselli e le viti utilizzate devono corrispondere alle indicazioni del produttore degli elementi di fissaggio. Tutte le viti di fissaggio vanno dotate di rondelle elastiche per garantire la protezione da autoallentamento. Si devono utilizzare le coppie di serraggio prestabilite per il montaggio. Per cablaggi con continuità funzionale è necessario utilizzare tasselli conformi ai requisiti antincendio.

Nelle zone 10 e 20 le mensole da volta e da parete devono avere almeno due viti di fissaggio.

In corrispondenza dei punti che presentano un rischio di lesione si devono attuare misure adeguate quali profili protettivi per spigoli, terminali di sicurezza per elementi portanti ecc.

## 4.5 Impiego e scelta dei sistemi portacavi

La seguente tabella si basa sulla classe di resistenza alla corrosione (CRC) indicata nella SIA 179.

Zona USTRA	Applicazione	Classe di corrosione	Scelta del materiale		
			Fissaggio	Supporto	Alloggiamento
10	Tratto a cielo aperto (incluse gallerie 0-100 m): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreggiata</li> <li>• Ponti</li> <li>• Viadotti</li> <li>• Portale segnaletico</li> </ul>	C4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC III</li> <li>• CRC IV (minerale-metallo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC III</li> </ul> Supporti, bracci, zincatura a fuoco a immersione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC II</li> </ul> Supporti, bracci, vernice a umido su zincatura a fuoco min. 3 mm
20	Gallerie (dall'altezza della carreggiata): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spazio di transito, gallerie</li> <li>• Canale di ventilazione</li> <li>• Collegamento galleria - canale tecnico</li> </ul>	C5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC IV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC III</li> </ul>
30	Gallerie (sotto il livello carreggiata): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canali tecnici</li> <li>• Cunicoli di sicurezza</li> <li>• Locali tecnici (inclusi vani tecnici)</li> <li>• Canali tecnici con funzione anche di cunicolo di sicurezza</li> <li>• Zone di salita in vie di fuga verticali</li> </ul>	C4 C4 C3 C4 C4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC III</li> <li>• CRC IV (minerale-metallo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC III</li> </ul> Supporti, bracci, zincatura a fuoco a immersione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC II</li> </ul> Canale in acciaio, zincatura a fuoco a immersione Canale polimerico (solo locali tecnici)
40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrale operativa</li> <li>• Centri di manutenzione</li> </ul>	C2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC I</li> </ul> Supporti, bracci, zincatura a fuoco a immersione Supporti, bracci, Nasslack auf Feuerverzinkung min. 3 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRC I</li> </ul> Canale in acciaio, zincatura a fuoco a immersione Supporti, bracci, vernice a umido su zincatura a fuoco min. 3 mm Canale polimerico

Fig. 4.2 Scelta dei sistemi portacavi

## 4.6 Requisiti specifici

### 4.6.1 Tratti a cielo aperto

Sul portale segnaletico i cavi vanno protetti da sistemi per canali chiusi. I sistemi per canali chiusi non sono sufficienti da soli come protezione dalla radiazione solare ultravioletta.

### 4.6.2 Distribuzione capillare in galleria

Per la distribuzione capillare in galleria si devono montare sistemi portanti sulla volta o sulla parete.

Nel sistema portante sotto la volta o sulla parete non si devono installare cavi continui.

### 4.6.3 Canale di ventilazione

In caso di ventilazione meccanica con canale separato per l'aria immessa, il canale può essere utilizzato per la canalizzazione dei cavi.

### 4.6.4 Canale tecnico

La disposizione stratificata sui sistemi portacavi va eseguita dall'alto verso il basso a seconda delle seguenti priorità:

- cavi alimentati con corrente elettrica d'emergenza
- monitoraggio, reti
- cavi di transito
- impianti, sottoimpianti
- alta tensione, FO

Le installazioni per le condotte d'acqua o di altri fluidi non devono essere montate sul sistema portacavi.

### 4.6.5 Cunicoli di sicurezza

Nei cunicoli di sicurezza senza funzione di canale tecnico è ammessa solo la posa di cavi per l'alimentazione del cunicolo di sicurezza stesso.

### 4.6.6 Locali tecnici

Nei vani tecnici delle centrali i sistemi portacavi devono essere separati per sottoimpianto. Le strutture di fissaggio del vano tecnico non devono essere utilizzate per il fissaggio dei canali per cavi.

### 4.6.7 Collegamento galleria - canale tecnico

Affinché i terminali elettrici in galleria possano essere allacciati alla corrente, dal canale tecnico o dai pozzetti dei cavidotti devono essere previsti montanti verticali nel rivestimento in calcestruzzo delle pareti della galleria.

Laddove manchi la possibilità di incorporare i tubi in tale modo i montanti verticali possono essere realizzati anche in fessure aperte. I cavi devono essere installati direttamente alla parete con materiale di fissaggio idoneo. Per garantire la protezione meccanica, la fessura va chiusa completamente con una copertura. Tra la copertura metallica e i cavi si deve realizzare un isolamento termico conforme almeno al tipo di protezione EI 30 (come da DIN 4102-12).

### 4.6.8 Zone di salita in vie di fuga verticali

Le zone di salita dei cavi tra diversi piani di fabbricati devono essere realizzate con cavi conduttori oppure con sistemi a barra con posacavi rapido. I montanti verticali devono essere dimensionati in modo tale da assicurare una separazione a seconda del livello di tensione, degli impianti e della corrente d'emergenza.

### 4.6.9 Centrale operativa, centri di manutenzione

Si applicano le disposizioni NIBT e AICAA.

## 5 Installazione di cavi per le strade nazionali

### 5.1 Requisiti di base per la posa di cavi

Nelle gallerie a carreggiate separate occorre realizzare l'installazione di cavi, inclusi i sistemi portanti, separatamente in ambedue le canne.

I cavi per l'alimentazione della corrente d'emergenza devono essere posati sempre al livello più alto.

In vista di futuri progetti di manutenzione i sistemi portacavi devono presentare una riserva di spazio di almeno il 50% sul livello assegnato.

Gli impianti elettromeccanici (BSA) in grado di emettere interferenze su cablaggi adiacenti (es. singoli conduttori di alta o bassa tensione, convertitori di frequenza) devono essere dotati di adeguate protezioni (principio di responsabilità del danno).

I cavi che trasmettono segnali sensibili alla CEM devono essere protetti intrinsecamente con misure idonee. Il fornitore dei sistemi di controllo sceglie il tipo di cavo e le necessarie misure di protezione da adottare.

#### Valori limite per il dimensionamento:

Cavi a bassa tensione:

- caduta di tensione massima 5%;
- sezione trasversale minima fuori dai locali delle centrali 2,5 mm<sup>2</sup>;
- massima temperatura dell'anima dei cavi 60 °C;
- in caso di cortocircuito la corrente non deve circolare per più di 5 secondi.

Cavi di segnale:

- diametro minimo 0,8 mm.

### 5.2 Piani di installazione dei cavi

I cavi di apparecchiature alimentate con corrente d'emergenza vanno separati dai restanti cavi.

Per la linea di alimentazione che va dal canale tecnico/cavidotto all'impianto in galleria si devono utilizzare i montanti verticali nella parete della galleria. Eventuali linee possono essere installate nella zona della volta solo se funzionali alla distribuzione capillare. Tra le sezioni di alimentazione in galleria non si devono installare linee sovrapposte né continue.

#### Sicurezza in caso di guasto

I cavi in galleria devono percorrere distanze possibilmente brevi ed essere installati in modo tale che le sezioni di alimentazione siano per quanto possibili brevi.

#### Piano di protezione:

- Dal punto di scambio dell'azienda di approvvigionamento elettrico il conduttore neutro e il conduttore di terra vanno posati separatamente (TN-S). Non sono ammessi sistemi TN-C (PEN) all'interno di impianti dell'USTRA;
- Il conduttore neutro deve presentare lo stesso valore di conduzione dei conduttori polari in tutte le parti dell'impianto.

Tutti i cavi in uscita da zone protette da sovratensione e diretti verso un tratto a cielo aperto devono essere provvisti su entrambi i lati di protezione contro le sovratensioni.

## 5.3 Comportamento dei cavi in fase operativa e in caso di emergenze

I cablaggi devono essere protetti dai fattori che influiscono sul funzionamento dei cavi. La direttiva definisce i principi generali: se in determinati luoghi si riscontrano ulteriori zone di interferenza occorre prevedere misure specifiche nei progetti.

### Sollecitazioni in fase di esercizio normale:

- movimenti in spalle di ponti;
- pulizia;
- lavori di manutenzione;
- atmosfera aggressiva in galleria;
- vibrazioni.

### Altre sollecitazioni possibili:

- incendi;
- roditori;
- infiltrazioni d'acqua;
- movimenti del suolo;
- incidenti stradali;
- altro.

### 5.3.1 Installazione: specifiche dei fabbricanti

Le prescrizioni di montaggio specificate dai fabbricanti (per esempio carichi massimi, raggi minimi di curvatura, forza di trazione massima) sono vincolanti per l'installazione.

#### Tubature

- In galleria, nella banchina, o su tratto a cielo aperto, nella zona fuori dal traffico veicolare vengono installati dei cavidotti.
- I montanti verticali devono essere provvisti, a intervalli regolari nella galleria, di aperture di uscita (elementi di protezione curvi per cavi).
- In caso di posa aggiuntiva in tubature già impegnate occorre verificare la tenuta meccanica dei cavi esistenti. Tutti i cavi vanno possibilmente tirati in un'unica operazione per tubo.
- Se l'operazione avviene meccanicamente si dovranno registrare i rispettivi valori e riportarli nella documentazione di consegna. La forza di trazione non deve superare il limite indicato dal fabbricante.
- Le estremità dei cavi devono essere sigillate a tenuta durante la posa.

#### Sistemi portanti

- I cavi non vanno tirati direttamente sui sistemi portacavi.
- L'impiego di elementi per il tiraggio deve essere adeguato ai cavi, al tubo e al sistema portante.
- Tutti i sistemi portanti metallici devono essere messi a terra ogni 50 m sulle fondazioni.
- I sistemi portanti a più piani o discontinui devono essere collegati tra loro garantendo una buona conduzione (massimo di 10 ohm).
- L'altezza di impilamento dei cavi sui sistemi portanti non deve superare 150 mm.

#### Posa su pareti di gallerie

- I cablaggi sulle pareti delle gallerie vanno protetti da danneggiamenti dovuti al passaggio dei macchinari di pulizia e mantenuti in modo tale da prevenire la presenza di oggetti ingombranti o rimasti impigliati.

### **Collegamento delle apparecchiature in galleria**

- Le riserve di cavo in corrispondenza dei punti di collegamento alle apparecchiature in galleria devono essere protette meccanicamente.
- Gli ingressi dei cavi nelle apparecchiature devono essere eseguiti con passacavi filettati correttamente dimensionati, non in grado di ridurre il tipo di protezione (IP XX) dell'apparecchiatura.
- I cavi vanno introdotti in salita nelle apparecchiature (protezione dall'infiltrazione di acqua).

### **Fissaggio di cavi sul sistema portante**

- I cavi vanno fissati su sistemi portanti. Non devono cambiare la loro posizione anche in caso di cortocircuito.
- Il fissaggio non deve ridurre proprietà elettriche né meccaniche dei cavi.
- I fissacavi di ausilio all'installazione vanno rimossi al termine dei lavori.

### **Distanze per la riduzione di ripercussioni elettriche**

Si devono prevedere opportune misure come da norma (SN EN 50174-2) contro le interferenze elettriche (elettromagnetiche, elettrostatiche):

#### **Parafiamme**

- I passaggi di cavi tra settori tagliafuoco vanno chiusi con parafiamme, applicando le norme armonizzate secondo lo stato dell'arte.
- Le zone di transizione tra settori tagliafuoco devono corrispondere a una resistenza al fuoco dalla galleria al canale tecnico di EI30.
- Le vie cavi devono essere collegate su entrambi i lati del parafiamme in modo tale da garantire una buona conduzione.

#### **Zone di transizione**

- Nelle zone di transizione si devono attuare i requisiti superiori, evitando possibilmente l'utilizzo di giunzioni.

## **5.3.2 Separazione**

I cavi devono essere tenuti in modo ordinato:

- vanno posati separatamente per tensione, impianto e sottoimpianto
- utilizzando profili o almeno perni di separazione e
- la disposizione delle diverse linee deve essere chiara anche in presenza di numerosi cavi.

## **5.3.3 Collegamenti**

Le giunzioni e le prese di collegamento vanno realizzate industrialmente e devono essere eseguite in modo da resistere a sollecitazioni meccaniche e chimiche.

I collegamenti dei cavi a continuità funzionale devono essere effettuati nella stessa classe E certificata.

I collegamenti dei cavi di potenza vanno eseguiti con giunzioni, non separabili e a tenuta (min. IP 68). Nelle giunte per cavi ogni conduttore deve essere protetto con fibre ad alta temperatura. La guaina termo-restringente deve essere resistente alla temperatura, priva di sostanze alogene, di parete spessa, ignifuga e non rivestita. Si devono utilizzare connettori DIN in rame nudo. Sono ammessi solo pressacavi esagonali.

I collegamenti di cavi di comando vanno eseguiti in prese o armadi di distribuzione. Le prese devono essere accessibili e almeno di tipo IP 56, da aprire senza attrezzi speciali, dimensionate come da indicazioni del fabbricante della presa e resistenti alla corrosione. I morsetti devono essere montati in modo fisso nella presa. I passacavi filettati non devono ridurre il tipo di protezione IP.

I collegamenti a spina possono essere impiegati solo fino a una corrente massima di 16 A.



### 5.3.4 Posa singola

#### Tubi di installazione

I tubi di installazione materiale 1.4404 vengono montati con briglie direttamente alla parete. Se montati nello spazio di transito occorre fare in modo che nessun oggetto vi possa rimanere impigliato.

#### Collari

Posa con collari di sostegno cavi alla parete o sulla volta. I collari devono corrispondere al materiale per canali ed essere montati distintamente per la rete normale e la rete d'emergenza.

#### Barre profilate con staffe reggicavo

Posa con staffe reggicavo su barre profilate. Si devono sempre utilizzare controvaschette.

Sulla volta per la rete di emergenza si devono utilizzare vaschette lunghe.

La posa a fascio sulla volta o sulla parete può essere utilizzata solo per lo stesso sottoimpianto per la rete di emergenza/rete normale.

In caso di posa verticale continua dei cavi si deve prevedere uno scarico della trazione secondo DIN 4102-12 alla distanza di 3,5 m. Ciò vale per le barre singole e anche per i sistemi a traversa.

Se i cavi ad alta tensione vengono posati su barre profilate, ogni barra deve essere collegata al sistema di terra.

### 5.3.5 Posa protetta

Per protezione si intende:

- installazione a incasso in tubo di protezione separato
- cavi annegati in materiale non infiammabile
- posa aperta di tubi ignifughi

Per tutte le applicazioni protette sono sufficienti le classi  $C_{ca}$  s1, d1, a1.

### 5.3.6 Installazione mista con continuità funzionale

Sulla stessa struttura portante si possono alloggiare cavi con o senza continuità funzionale se:

- il sistema portacavi è progettato per continuità E90;
- le due tipologie di cavi sono chiaramente separate da appositi elementi;
- sopra ai cavi a continuità funzionale non vengono installati cavi di altro tipo;
- il cablaggio è identificato come esecuzione mista;
- viene rispettata la tenuta massima prevista per la continuità funzionale.

I cavi a continuità funzionale devono essere tassativamente collocati al livello più alto. Tale garanzia di continuità non deve essere condizionata da eventuali deformazioni meccaniche, danni al sistema portacavi o sgocciolamenti.

### 5.3.7 Marcatura

Marcatura/contrassegno di cavi installati:

- ogni cavo va contrassegnato su entrambi i lati in modo da poter essere identificato, inclusi i relativi collegamenti.

## 6 Installazione di impianti specifici

Al capitolo 6 sono elencati gli impianti che presentano caratteristiche particolari e i cui requisiti divergono da quelli generali, per cui si riportano solo tali variazioni.

### 6.1 Alta tensione

I cavi ad alta tensione fra 1000 volt e 50 000 volt, da posare in cavidotti distinti e separatamente dai cavi di altri livelli di tensione, sono destinati all'approvvigionamento energetico proprio della strada nazionale.

È obbligatoria la dotazione di impermeabilità longitudinale IEC 60502-2 appendice F.

La posa di cavi ad alta tensione deve avvenire in cavidotti separati.

La posa in cunicoli tecnici deve prevedere vie cavi separate.

I cavi ad alta tensione sono soggetti ad approvazione dei piani, per cui l'installazione richiede un'autorizzazione. La procedura è oggetto di uno specifico accordo tra l'USTRA, il cui referente interno è il Sostegno tecnico, ed ESTI.

La domanda di approvazione deve essere corredata della documentazione usuale di cui alla Direttiva ESTI 235 0319, utilizzando i moduli predisposti e allegando quanto segue:

- piano di installazione;
- per cavi multipolari: specificazione di misure per evitare interferenze con altre linee (SN EN 50174-1 e 2);
- specificazione misure per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI; RS 814.710);
- per conduttori singoli: attestazione del rispetto dei valori ammessi secondo le norme per ripercussioni su altre linee.
- I collaudi di tutti gli impianti ad alta tensione sono effettuati dall'ESTI.

Tutti i cavi di alta tensione devono essere contrassegnati in ciascun pozzetto con cartelli d'avvertimento (artt. 66 e 77 ordinanza sulle linee elettriche OLEI; RS 734.31), da posizionare ogni 25 m nei canali tecnici, e marcati con indicazione del punto di partenza e destinazione ogni 50 m nonché a ogni cambio di direzione e passaggio su entrambi i lati.

### 6.2 Ventilazione

Per il cablaggio delle apparecchiature di ventilazione valgono le seguenti prescrizioni:

#### **Serrande di evacuazione fumi e per i sensori:**

- Sistema portacavi e cavi E90;

#### **Ventilatori assiali:**

- sistema portacavi E90 nello spazio di transito;
- prese sul ventilatore versione E90;
- installazione di cavi nello spazio di transito versione E90;
- linee di collegamento dal ventilatore al convertitore di frequenza per quanto possibile brevi;
- se sono in uso dei convertitori di frequenza per la schermatura si deve tenere conto di tutte le transizioni di conduttori.

**Interruttore di revisione:**

Le prescrizioni come da scheda SUVA CE93-9 impongono la dotazione di un interruttore di revisione in prossimità visiva di ciascun ventilatore per consentire all'occorrenza lo spegnimento in condizioni di sicurezza.

L'accessibilità è molto limitata. Gli interventi ai ventilatori assiali sono consentiti unicamente in determinate finestre temporali monitorate a galleria chiusa al traffico. In caso di incendio vengono bypassate tutte le apparecchiature di sicurezza, per cui un tale interruttore di revisione segnalerebbe erroneamente una situazione di sicurezza.

Pertanto occorre osservare quanto segue:

- I ventilatori assiali devono essere provvisti di un cartello che segnali la possibilità di avviamento automatico e indichi la posizione esatta del dispositivo di chiusura presso la centrale elettrica.
- Presso la centrale elettrica deve essere installato un interruttore di manutenzione dotato di dispositivo di chiusura provvisto di tre lucchetti. L'interruttore non deve essere bypassato, neanche in caso di evento critico.

**6.3 Cavi radio radianti in galleria**

La classificazione dei cavi radianti secondo l'ordinanza sui prodotti da costruzione non è possibile per motivi fisici, poiché altrimenti non può essere garantito il funzionamento.

Il cavo radiante per i sistemi radio va installato come da Direttiva ASTRA 13006 "Sistemi di radiocomunicazione nelle gallerie stradali".

**6.4 Rilevamento antincendio in galleria**

La classificazione dei cavi di rilevamento antincendio secondo l'ordinanza sui prodotti da costruzione non è possibile per motivi fisici, poiché altrimenti non può essere garantito il funzionamento.

Il cavo del rilevamento antincendio va montato sul calcestruzzo (non sul sistema portacavi) della volta usando sistemi di fissaggio secondo le indicazioni del fabbricante. Valgono le stesse disposizioni di sicurezza per l'installazione dei cavi previste per il cavo radiante come da Direttiva ASTRA 13006 "Sistemi di radiocomunicazione nelle gallerie stradali".

**6.5 Guida luminosa in galleria**

L'impianto di guida luminosa (marker stradali) è alimentato nella banchina della galleria.

I punti di collegamento dei marker devono corrispondere almeno a IP 68. Il danneggiamento di una singola unità ottica non deve condizionare negativamente le altre. Lo stesso tipo di protezione deve essere mantenuto per il resto dell'impianto anche dopo l'eventuale distacco di una unità o in caso di cortocircuito o incendio.

Per l'installazione di cavi si applicano i seguenti principi:

- il cablaggio longitudinale deve essere preferibilmente eseguito con tubi in PE DN 60 o con fessure longitudinali e cavi annegati;
- le linee di allacciamento vanno installate a incasso.

Esecuzione dispositivo di guida luminosa senza funzione di illuminazione d'emergenza in caso di incendio:

- classe cavi  $C_{ca}$  s1, d1, a1;
- la formazione di sezioni dipende dal sistema.

Esecuzione dispositivo di guida luminosa con funzione di illuminazione d'emergenza in caso di incendio:

- classe cavi B2<sub>ca</sub> s1a, d1, a1, E60;
- formazione di sezioni limitate a 200 m.

## 6.6 Fibra ottica

### 6.6.1 Informazioni generali

Per i cavi FO valgono le stesse classi di cavi indicate nella tabella 3.1.

Sulle strade nazionali si devono impiegare fibre monomodali 9/125 µm.

Per la produzione dei cavi si applica quanto segue:

- all'interno di una lunghezza di fabbrica non sono ammesse giunzioni di fibre;
- fibre con codice dei colori secondo le prescrizioni Swisscom;
- marcatura: Fabbricante –Numero di fibre –Tipo di fibra – Tipo di cavo (denominazione del fabbricante) – Metratura – Classe di reazione al fuoco;
- marchio CE su etichetta o confezione della bobina di cavo.

Requisito per cavi FO. Si applicano le norme tecniche attuali:

- Specifica tecnica monomodale:
  - Fibra: 9/125 µm  
secondo ITU-T G. 652 D / IEC 60793-2
  - Diametro del campo modale: 1310 nm: 9,2 ±1,0 µm  
1550 nm: 10,5 ±1,0 µm
  - Attenuazione (cablata): 1310 nm: ≤ 0,36 dB/km  
1383 nm: ≤ 0,34 dB/km  
1550 nm: ≤ 0,25 dB/km
- codice ITU G.652.D;
- codice IEC IEC 60793-2-50 categoria: B1.3;
- collaudo secondo IEC 60 793-1;
- invecchiamento secondo IEC 60 793-2-50 C 5;
- tipo di connettore: E-2000™ APC, tipo LSH-HRL secondo SN EN 61754-15; superficie frontale: inclinazione 8°; grado B;
- giunte: IP 68 (protezione in caso di immersione in acqua); facile apertura successiva senza sostituire parti usurabili; riserva di fasci di fibre ottiche nel corpo;

L'impianto di cavi FO è suddiviso su due livelli.

**Livello di transito:** il livello di transito per collegamenti interregionali deve avere una realizzazione coerente. A tale scopo si devono usare cavi a 144 fibre.  
Nel livello di transito, per esempio, avviene il collegamento delle sezioni attraverso l'anello di accesso della rete IP BSA UT e del router per il bundle di rete (backbone).

**Area Access con livello di campo** L'area Access serve per alimentare tutte le categorie di lavori o parti di esse. A tale scopo si devono usare cavi con almeno 12 fibre.  
Al livello di campo sono allacciati singoli aggregati, quali per esempio videocamere, switch ecc.

Il livello di transito va separato dall'area Access.

Per le ridondanze dell'area Access è consentito utilizzare il livello di transito.

## 6.6.2 Esecuzione cablaggio fibra ottica

In caso di patching che si estendono su più armadi si devono impiegare cavi di breakout (solo breakout o cavi di fasci di fibre ottiche con bretelle ottiche) da misurare dopo l'installazione.

In aggiunta ai requisiti del capitolo 5.3 per la posa di cavi FO si applicano i seguenti requisiti generali :

- Per il fissaggio di cavi FO su passerelle portacavi si devono utilizzare i sistemi prescritti dal fabbricante. È vietato il fissaggio con fascette fermacavi;
- Le estremità dei cavi che possono rappresentare un possibile pericolo a causa delle radiazioni laser devono essere provviste di coperture.
- Si devono applicare le avvertenze sulla classe laser come da direttiva SUVA 66049.

Requisiti per i cavi di transito:

- I cavi di transito devono essere introdotti solo in locali tecnici in cui sono necessari collegamenti di transito. Diversamente i loop di riserva vanno inseriti nei pozzetti.
- Nei locali principali vengono collegate al patch panel solo le fibre necessarie, riserva inclusa.

Riserva di cavo:

- Cavi di lunghezza superiore a 50 m: in ogni punto terminale nonché nei pozzetti per giunte si devono prevedere almeno 10 m di cavo di riserva.
- Cavi di lunghezza inferiore a 50 m: in ogni punto terminale nonché nei pozzetti per giunte si devono prevedere almeno 3 m di cavo di riserva.

## 6.6.3 Misurazioni dei tratti FO installati

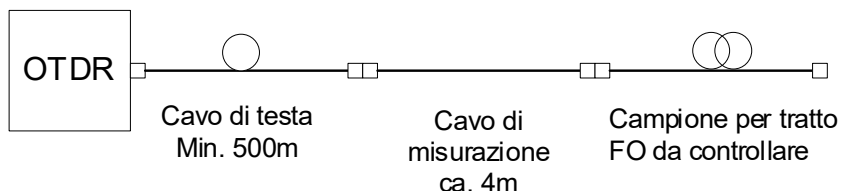
### Preparazione

Prima di procedere alle misurazioni occorre prevedere:

- la pulizia di tutti i connettori e il controllo visivo degli errori (vedi IEC/TR 62627-01);
- l'elaborazione di uno schema di principio del tratto FO per identificare e archiviare i verbali di misurazione in maniera univoca.

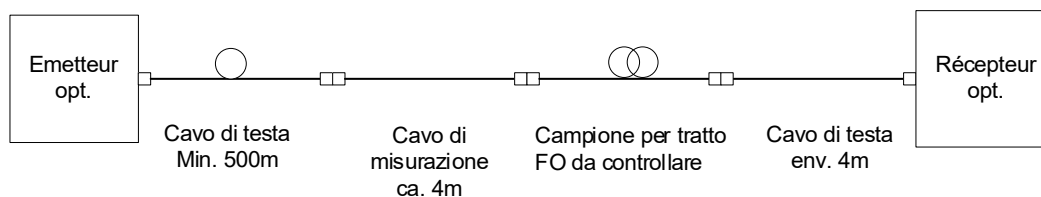
### Misurazione fibra > 1000 m

Fibra complessiva > 1000 m da verificare con l'ausilio di misurazioni di retrodiffusione. La costante di attenuazione deve essere determinata da entrambe le estremità dei cavi nella 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> finestra mediante OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) con una lunghezza del cavo di testa di almeno 500 m. È necessario misurare il valore medio lineare della fibra su entrambi i lati. (Precisione delle misurazioni OTDR secondo EN 188000, collaudo 303).



Le misurazioni vanno effettuate alle seguenti lunghezze d'onda:

Fibre monomodali: 1310 nm e 1550 nm (A > B, B > A)  
 Fibre multimodali: 1300 nm (A > B, B > A)



La misurazione dell'attenuazione di inserzione (insertion loss) mediante power meter avviene come da IEC 61300-3-4, Metodo B (IEC 874-1 Metodo 7), (misurazione finale connettore - connettore) / precisione di misurazione  $\pm 2.5\%$

#### Misurazione fibra < 1000 m

La misurazione dell'attenuazione di inserzione (insertion loss) mediante power meter avviene come da IEC 61300-3-4, Metodo B (IEC 874-1 Metodo 7), (misurazione finale connettore - connettore) / precisione di misurazione  $\pm 2.5\%$

Se il tratto di fibra evidenzia valori peggiori rispetto al calcolo teorico si deve procedere al controllo con misurazione OTDR e relativa documentazione. Per stabilire la lunghezza della fibra è sufficiente misurare una fibra per cavo.

## 6.7 CUC in centrali

Tutti i cablaggi di rete (LAN) nelle centrali devono essere realizzati con un cablaggio universale di comunicazione (CUC).

I collegamenti dal patch panel nell'armadio di comunicazione con i comandi dell'impianto con prese di comunicazione devono essere eseguiti come da standard CUC (SN EN 50173 Categoria 6).

Per tutte le utenze di rete si devono installare prese di comunicazione (CUC) per il collegamento tra lo switch di rete e i terminali.

Le prese CUC, se utilizzate per la connessione alla rete di sensori nello spazio di transito o su tratti a cielo aperto, devono essere protette insieme al connettore contro la penetrazione di corpi solidi e umidità (IP65). Se la suddetta protezione non potesse essere garantita, la presa di collegamento va integrata in un alloggiamento protettivo.

A installazione ultimata occorre accertare la completezza e l'efficienza dell'opera con verifiche tecniche di misurazione su ogni singolo collegamento di cavi, opportunamente verbalizzate.

Si devono adottare opportune misure per evitare loop di terra.

## 6.8 Tracciato parallelo di bassa e bassissima tensione

L'installazione di cavi di bassissima tensione deve essere disposta in modo tale da ridurre al minimo le interferenze elettromagnetiche. Si devono rispettare i requisiti delle norme SN EN 50174-2 e SN EN 50174-3.

Per evitare scariche elettrostatiche tutti i sistemi portacavi che conducono corrente devono essere collegati alla terra.

Si devono rispettare le distanze di separazione minime indicate nelle suddette norme.

Non si devono verificare tensioni di contatto superiori a 50 volt.

## 7 Documentazione

### 7.1 Cavi

Il fornitore del cablaggio deve documentare quanto segue:

- proprietà dei cavi;
- fabbricante;
- fornitore;
- omologazioni;
- dichiarazione di prestazione come da ordinanza sui prodotti da costruzione;
- dichiarazione di conformità e certificati di collaudo come da DIN 4102-12;
- conformità CE;
- istruzioni di posa e di montaggio;
- informazioni per la manutenzione.

#### Cavi FO

Per ciascun cavo FO utilizzato si devono consegnare i verbali di collaudo e le schede tecniche del fabbricante del cavo con indicazione delle seguenti informazioni minime:

- Fabbricante / N° ordine / Data
- N° produzione cavo
- Cliente/Data di consegna
- Lunghezza misurata
- Descrizione dell'articolo
- Fornitore della fibra
- Indice di rifrazione fibra di vetro (scheda tecnica)
- Struttura dei cavi (scheda tecnica)
- Con la codifica a colori utilizzata per identificare fasci di fibre ottiche, cavi simplex e fibre
- Risultati delle misurazioni abbinati al numero del fascio di fibre ottiche e al numero di fibra con indicazione dello strumento di misurazione OTDR
- Visto del controllore
- Specifiche del fornitore (schede tecniche) dei cavi e delle fibre di vetro

#### Cavi FO preconfezionati

Per i cavi preconfezionati si devono consegnare i verbali di collaudo e le schede tecniche con indicazione delle seguenti informazioni minime:

- Fabbricante / Confezionatore / N° ordine / Data
- N° lotto di produzione del cavo preconfezionato
- Cliente/Data di consegna
- Descrizione dell'articolo
- Fornitore dei connettori/Fornitore del cavo simplex
- Tecnologia dei connettori (tipo di ferula, regolazione della fibra)
- Insertion loss e return loss dei cavi preconfezionati forniti
- Visto del controllore
- Specifiche del fornitore (schede tecniche)

## 7.2 Sistemi portacavi

Il fornitore dei sistemi portacavi deve documentare quanto segue:

- indicazioni sul materiale utilizzato;
- distanze massime di fissaggio delle mensole;
- portata di carico massima;
- prescrizione di montaggio con dettagli sul fissaggio;
- fabbricante;
- fornitore;
- omologazioni;
- documentazione relativa alla certificazione E90, se richiesta;
- informazioni per la manutenzione.

## 7.3 Posa di cavi

Nella documentazione di installazione dei sistemi portanti l'installatore deve attestare quanto segue:

- distanze massime di fissaggio delle mensole;
- calcolo della portata di carico massima inclusa riserva del 50%;
- documentazione relativa alle viti di fissaggio e ai tasselli;
- documentazione relativa al rispetto dei raggi di curvatura dei fabbricanti dei cavi;
- sistemi portacavi utilizzati;
- fabbricante, fornitore dei sistemi portacavi;
- tipi e materiali utilizzati;
- Per cablaggio a continuità funzionale: dichiarazione di conformità secondo DIN 4102-12;
- prova d'urto e prova di sicurezza antisismica per locali batterie e stazioni di trasformatori.

Si richiede di predisporre gli elenchi dei cavi specificando quanto segue:

- denominazione del cavo, utilizzo;
- tipo di cavo, fabbricante;
- sezione trasversale, struttura, numero di conduttori
- resistenza meccanica;
- resistenza al fuoco, dichiarazione di prestazione secondo SN EN 50575;
- punti di collegamento;
- proprietà chimiche
- documentazione del/dei fabbricante/i

Tutti i cavi devono essere marcati permanentemente in corrispondenza dei punti di collegamento con indicazione di scopo, inizio e destinazione.

La prova dei cavi di alta tensione è contenuta nel certificato di sicurezza fornito con l'installazione elettrica.

### **Autodichiarazione relativa all'opera realizzata**

Prima della messa in servizio l'impresa esecutrice redige un'autodichiarazione (dichiarazione di conformità) nella quale certifica di avere applicato coerentemente le direttive dell'USTRA. Tutte le scatole di derivazione dei cavi, i sistemi di fissaggio e i materiali ausiliari devono corrispondere allo standard dichiarato.

### **Documentazione per CUC**

- Risultati delle misurazioni di collaudo secondo le norme SN EN 50173 e SN EN 50174-2.



## Appendici

<b>I</b>	<b>Esempi.....</b>	<b>26</b>
I.1	Disposizione dei sistemi portacavi nel canale tecnico .....	26
I.2	Disposizione dei sistemi portacavi nel vano tecnico della centrale .....	27
I.3	Distanze di separazione minime sui sistemi portanti .....	28
I.4	Installazione ad alta tensione .....	29

# I Esempi

## I.1 Disposizione dei sistemi portacavi nel canale tecnico

Esempio di schema per posa e disposizione del sistema portacavi nel canale tecnico.

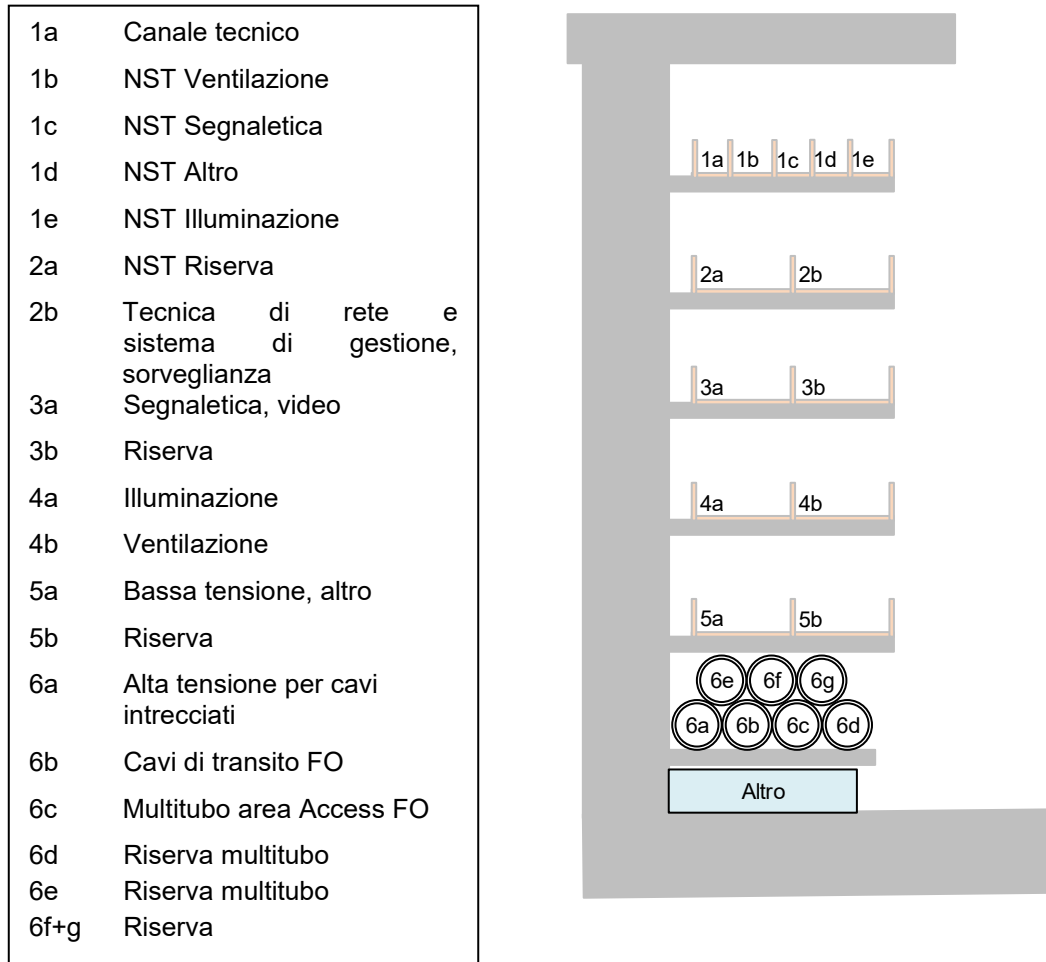


Fig. I.1 Esempio di disposizione dei cavi nel canale tecnico

La posa al livello 6 può anche essere eseguita senza tubo di protezione per cavi.

La riserva di spazio va prevista al livello assegnato.

## I.2 Disposizione dei sistemi portacavi nel vano tecnico della centrale

Esempio di schema per il sistema portacavi nel vano tecnico.

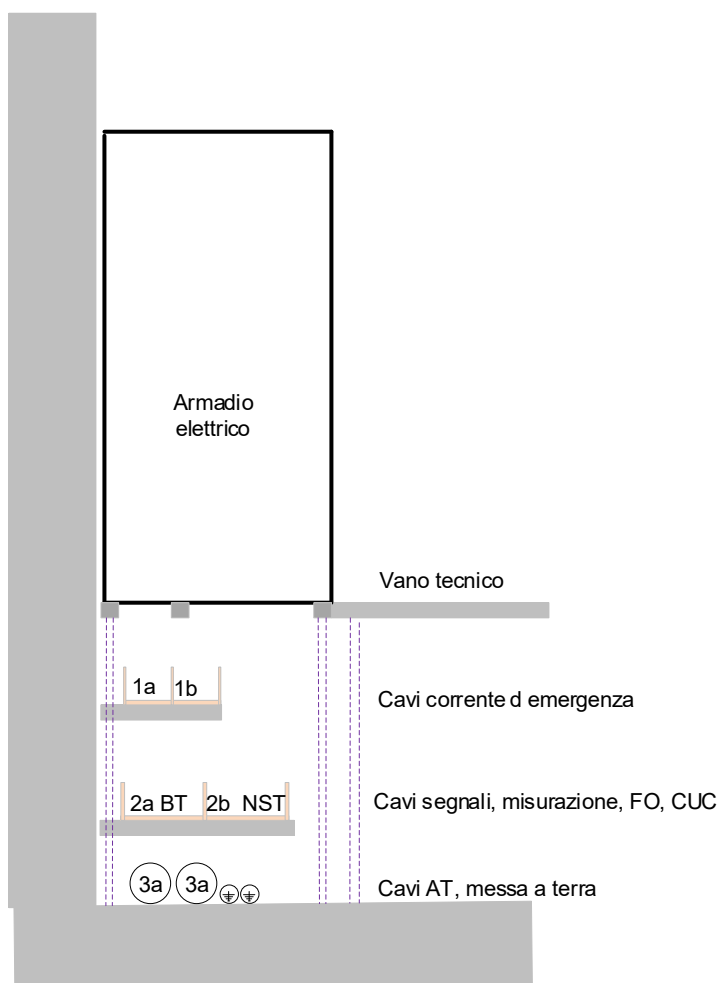


Fig. I.2 Esempio di posa dei cablaggi nel vano tecnico

### I.3 Distanze di separazione minime sui sistemi portanti

Le distanze di separazione minime tra cavi a bassa tensione e cavi di tecnologie dell'informazione o dei cavi a bassissima tensione vanno determinate secondo la norma SN EN 50174-2.

Dalle prescrizioni della suddetta norma si determina l'altezza di impilamento massima dei cavi.

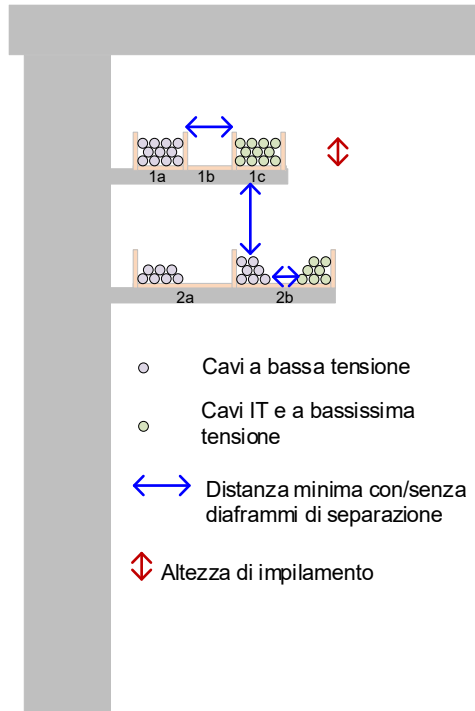
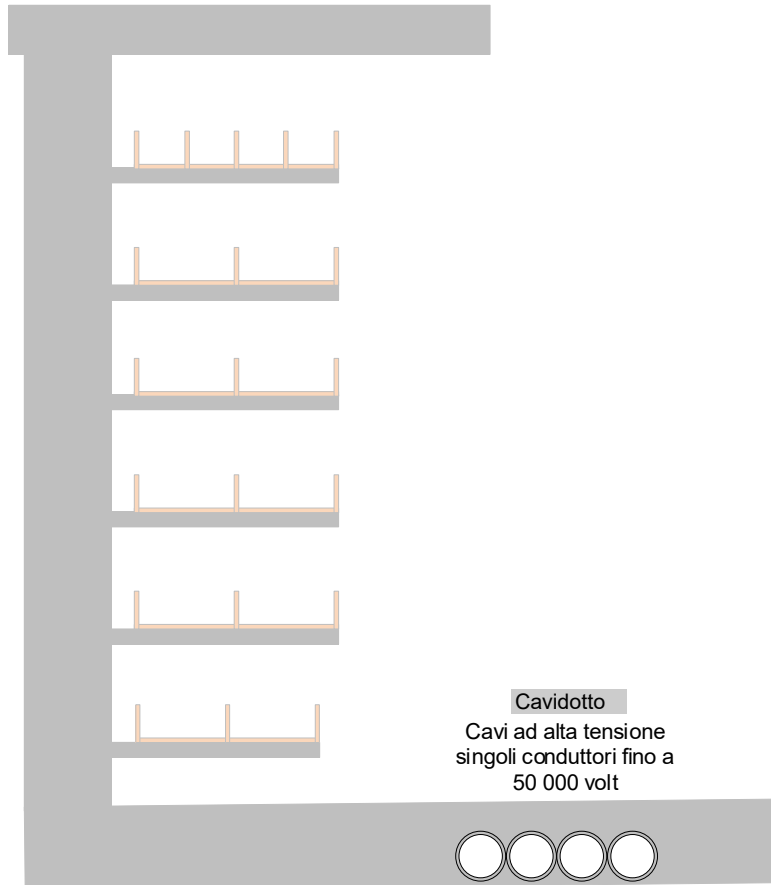


Fig. I.3 Distanze di separazione minime sui sistemi portacavi

## I.4 Installazione ad alta tensione

Se le linee ad alta tensione <50 000 volt vengono posate in canali tecnici come singoli conduttori, si devono prevedere dei cavidotti per evitare interferenze.



*Fig. I.4 Esempio di impianti ad alta tensione con cavidotto separato*

Se gli impianti di galleria vengono utilizzati per il passaggio di linee ad alta tensione e di elettrodotti ad altissima tensione, si devono realizzare opportune separazioni spaziali in calcestruzzo.

Si devono rispettare i valori limite dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI; RS 814.710). I campi elettromagnetici non devono interferire con impianti essenziali per il sistema, inclusi i comandi.

Se in fase operativa si verificano anomalie che richiedessero di ridurre al minimo gli effetti delle radiazioni per mezzo di schermature con lamiere speciali, tali oneri sono completamente a carico del soggetto responsabile del danno.

## Glossario/Acronimi

Voce	Significato
AKS-CH	Direttiva ASTRA 13013 "Struttura e codificazione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (AKS-CH)" Fornisce una struttura uniforme per tutta la Svizzera e identifica gli impianti elettromeccanici (BSA) sulle strade nazionali. <i>Sistema svizzero di identificazione degli impianti (AKS-CH)</i>
Codice AKS-CH	Un codice completo corrispondente alla struttura e alle prescrizioni definite nella Direttiva ASTRA 13013 versione 2.52.
OProdC	Ordinanza sui prodotti da costruzione
Dicitura	Informazione applicata in posizione ben visibile sul luogo di installazione.
Manutenzione ordinaria	Assistenza permanente degli impianti infrastrutturali volta ad assicurare l'efficienza operativa richiesta.
BSA	Impianti elettromeccanici
Catalogo BSA	Il "Catalogo BSA" è un inventario degli impianti elettromeccanici installati. In aggiunta alla Direttiva 13013 vengono riportate le relative caratteristiche (attributi). Il "Catalogo BSA" viene aggiornato e gestito fino al livello "Aggregato" nella "soluzione transitoria BSAS". È pensato principalmente per la pianificazione manutentiva dell'USTR.
CPR	Dall'inglese "Construction Products Regulation", vedi OProdC
CRC	Classe di resistenza alla corrosione
DIN	Istituto tedesco di normazione (Deutsches Institut für Normierung)
DIN 4102-12	A titolo informativo: nella norma DIN 4102-12 si definiscono come valori limite per la classificazione E30 il tempo di azione delle fiamme di 800 °C per 30 minuti.
EN/SN	Norma europea/Norma svizzera
ESTI	Ispettorato federale degli impianti a corrente forte
EVU	Azienda di approvvigionamento elettrico
FHB	Manuale tecnico BSA
UT	L'unità territoriale responsabile per la manutenzione ordinaria delle strade nazionali
Codice IEC	Codice import/export per la trasmissione dati
Oggetto di inventario	Elemento delle strade nazionali, identificabile per caratteristiche e posizione geografica. Gli oggetti di inventario rappresentano uno strumento per la gestione delle strade nazionali.
IP	Internet Protocol per reti di computer
Codice ITU	Elenco dei prefissi radio-telecomunicazione della International Telecommunications Union
KBOB	Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici
Identificazione	Definizione univoca di un oggetto mediante una marcatura che si riferisce a un solo oggetto. La norma SN EN 81346-1:2009 definisce una stringa di caratteri ammessa per luogo, prodotto e appartenenza.
LAN	Rete locale
LSH-HRL	Massimo requisito della norma IEC 61754-15 per sistemi di connessione FO
FO	Fibra ottica
NIBT	Norma sugli impianti a bassa tensione SN 1000
OIBT	Ordinanza sugli impianti a bassa tensione
NST	Alimentazione con corrente d'emergenza
OSN	Ordinanza sulle strade nazionali
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer (tecnica di misurazione ottica)
PAW	Piani dell'opera realizzata. Parte della documentazione degli impianti.
SUVA	Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni
TN-S	Tipo di realizzazione in reti a bassa tensione (dal francese "terre neutre")
CUC	Cablaggio universale di comunicazione

<b>Voce</b>	<b>Significato</b>
AICAA	Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio
Zona 10	Tratto a cielo aperto strada nazionale
Zona 20	Zona carreggiata galleria
Zona 30	Locale tecnico, canale tecnico, cunicolo di sicurezza, collegamento trasversale
Zona 40	Centrale operativa gestione del traffico, Polizia, Unità territoriale

## Riferimenti normativi e bibliografici

### Decreti federali

- [1] Confederazione Svizzera (1960), “**Decreto federale del 21 giugno 1960 concernente la rete delle strade nazionali** (Stato 1° gennaio 2002)”, RS 741.113.11, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [2] Confederazione Svizzera (1960), “**Legge federale dell’8 marzo 1960 sulle strade nazionali** (Stato 1° gennaio 2002)”, RS 725.11, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [3] Confederazione Svizzera (2007), “**Ordinanza del 1° gennaio 2002 sulle strade nazionali**”, RS 725.111, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [4] Confederazione Svizzera (2001), “**Ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione** (Stato 1° gennaio 2018)”, RS 734.27, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [5] Confederazione Svizzera (2014), “**Legge federale del 21 marzo 2014 concernente i prodotti da costruzione** (Stato 1° ottobre 2014)”, RS 933.0, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [6] Confederazione Svizzera (2014), “**Ordinanza sui prodotti da costruzione** (Stato 9 dicembre 2014)”, RS 933.01, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [7] Confederazione Svizzera (1994), “**Ordinanza sulle linee elettriche** (Stato 1° gennaio 2016)”, RS 734.31, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [8] Confederazione Svizzera (1999), “**Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti** (Stato 1° luglio 2016)”, RS 814.710, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Istruzioni e direttive USTRA

- [9] Ufficio federale delle strade USTRA (2014), “**Struttura e codificazione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (AKS-CH)**”, *Direttiva ASTRA 13013, V2.52*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

### Norme

- [10] Electrosuisse (2015) “**Norma sugli impianti a bassa tensione**”, *SN 1000, NIBT*.
- [11] Istituto tedesco di normazione, (1998-11), “**Brandverhalten von Bauteilen und Baustoffen**”, *DIN 4102-12*.
- [12] Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio (2017), “**Direttiva antincendio” AICAA 13-15it Materiali da costruzione e parti della costruzione**, <https://services.vkg.ch>
- [13] Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC (2009), “**Sistemi industriali, installazioni e apparecchi e prodotti industriali - Principi di strutturazione e designazioni di riferimento**”, *SN EN 81346-1:2009*.
- [14] Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC (2014), “**Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine – Parte 1: Regole generali** (2014)”, *SN EN 60204-1*.
- [15] Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC (2014), “**Cavi di energia, comando e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizione di reazione al fuoco**”, *SN EN 50575*.
- [16] Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC (2011), “**Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio Misura dell’emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma – Apparecchiatura di prova, procedure e risultati**”, *SN EN 50399*.
- [17] Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC (2009), “**Prove sui cavi elettrici e a fibre ottiche in condizioni di incendio. Parte 3-10: Prova per la propagazione verticale della fiamma su fili o cavi montati a fascio**”, *SN EN 60332-3-10*.
- [18] Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica CENELEC (2014), “**Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi elettrici**”, *SN EN 13501-6 (SIA 183.056)*.

### Manuale tecnico

- [19] Ufficio federale delle strade USTRA (2021), “**Manuale tecnico BSA (Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza)**”, *ASTRA 23001, V.3.60*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

### Documentazione

- [20] Ufficio federale delle strade USTRA (2018), “**Guida all’applicazione dei codici AKS-CH per gli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza**”, *Documentazione ASTRA 83013, V.1.11*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).



## Cronologia redazionale

Edizione	Versione	Data	Operazione
2019	1.20	01.07.2021	Punto 2.2: modifica al testo Punto 3.3.1: modifiche al testo, cavo ad alta tensione cancellato dalla tabella 3.1 Punto 3.3.2: Continuità funzionale: integrazione interventi strutturali, integrazione certificato AICAA Punto 4.2: tipologie di canali cancellate Punto 4.3: testo singole parti cancellato Punto 4.4: aggiunta riferimento ai tasselli conformi Punto 4.5: tabella modificata Punto 4.6: testi della tabella riportati qui Punto 5.3.1: integrazione testo forza di trazione Punto 6.1: correzione Direttiva ESTI 235 0319 Punto 6.2: integrazione sistema portacavi E90 nello spazio di transito Punto 6.6.1: modifica specifica tecnica FO, riformulazione livello di transito Punto 6.6.2: integrazioni requisiti per i cavi di transito Punto 6.6.3: integrazione misurazione FO Punto 7.1: modifica cablaggio Punto 7.2: riferimento DIN 4102 cancellato Punto 7.3: riferimento DIN 4102 aggiunto Glossario/Acronimi: CRC aggiunto
2020	1.10	01.05.2020	Varie piccole modifiche Punto 3.3.2 Continuità funzionale: riformulazione ex novo; Punto 4.2: specificazione tipologie di canali, riferimento normativo SN 61537 Punto 5.3.5 Posa protetta: aggiunta ex novo Punto 5.3.6 Installazione mista con continuità funzionale: aggiunta ex novo Punto 6.2 Interruttore di revisione: modifica
2019	1.00	01.05.2019	Edizione 2019 (versione originale in tedesco)

