



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Ufficio federale delle strade USTRA**

**DIRETTIVA**  
**APPROVVIGIONAMENTO**  
**ENERGETICO DELLE**  
**STRADE NAZIONALI**

---

*Edizione 2021 V1.01*  
*ASTRA 13020*

## Colophon

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

Renato Kundert	(USTRA N-ST, presidenza)
Jean-Paul Schnetz	(USTRA N-ST)
Bernard Crausaz	(USTRA N-ST)
Günter Hofer	(USTRA I-FU)
Michael Ritler	(ASTRA I-EP-Z)
Roland Hürlimann	(ESTI)
Walter Bstieler	(ESTI)

**Traduzione** (originale tedesco)  
Servizi linguistici USTRA (traduzione italiana)

### **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 all'indirizzo [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

© USTRA 2021

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

## Prefazione

Il presente documento regola la gestione delle specificità progettuali e realizzative che caratterizzano gli impianti ad alta e bassa tensione dei sistemi elettromeccanici di proprietà dell'USTRA nei tratti a cielo aperto e in galleria delle strade nazionali.

Nel rispetto delle leggi e ordinanze vigenti, la direttiva intende assicurare procedure unitarie di approvvigionamento energetico, esercizio e manutenzione che abbraccino l'intero percorso dei lavori stradali, attraverso le diverse fasi di ristrutturazione e potenziamento delle opere. A tal fine si illustrano requisiti, condizioni e modalità esecutive con valenza generale.

La standardizzazione dei piani di alimentazione elettrica garantirà una maggiore sicurezza a tutela delle persone e del demanio federale.

### **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> .....
1.1	Scopo della direttiva .....
1.2	Campo di applicazione .....
1.3	Destinatari .....
1.4	Entrata in vigore e cronologia redazionale.....
<b>2</b>	<b>Obiettivi in materia di approvvigionamento energetico</b> .....
2.1	Obiettivi generali .....
2.2	Riferimenti normativi per gli impianti di approvvigionamento energetico delle strade nazionali .....
2.3	Terminologia derivata dalla normativa di riferimento .....
<b>3</b>	<b>Disposizioni generali</b> .....
3.1	Misure di protezione .....
3.1.1	Informazioni generali .....
3.1.2	Protezione delle persone .....
3.1.3	Protezione delle cose .....
3.1.4	Dispositivi di protezione differenziale (RCD).....
3.1.5	Protezione e distribuzione di fase per utenze unipolari .....
3.2	Locali per impianti elettrici.....
3.3	Ingressi cavi/tubi nei locali per impianti elettrici .....
3.4	Sicurezza antisismica.....
3.5	Posa e rimozione di attrezzature provvisorie per cantieri .....
3.6	Limite di proprietà livello di rete 5.....
3.7	Piano di messa a terra .....
3.8	Tracciato parallelo delle linee.....
3.8.1	Linee ad alta tensione sulle strade nazionali .....
3.8.2	Impianti ferroviari sulle strade nazionali .....
<b>4</b>	<b>Piani di approvvigionamento energetico</b> .....
4.1	Efficienza energetica e protezione dell'ambiente.....
4.2	Approvvigionamento energetico in galleria .....
4.3	Scelta dei piani di approvvigionamento energetico.....
4.4	Piani di approvvigionamento energetico .....
4.5	Alimentazione di emergenza.....
4.5.1	Utenze in galleria .....
4.5.2	Utenze su tratto a cielo aperto .....
4.5.3	Centrali BSA in centri di manutenzione e depositi logistici .....
4.6	Misurazioni dell'energia elettrica .....
4.6.1	Misurazione del Gestore della rete di distribuzione (GRD).....
4.6.2	Misurazioni dell'USTRA .....
<b>5</b>	<b>Disposizioni tecniche</b> .....
5.1	Dimensionamento dei trasformatori.....
5.2	Compensazione della corrente reattiva .....
5.3	Impianto elettrogeno di emergenza .....
5.3.1	Gruppo di continuità (UPS) fino a 2 kVA.....
5.3.2	Gruppo di continuità (UPS) > 2 kVA .....
5.4	Impianti generatori di energia.....
5.4.1	Generatore diesel.....
5.4.2	Impianti fotovoltaici.....

<b>Allegati .....</b>	<b>21</b>
<b>Glossario/Acronimi .....</b>	<b>29</b>
<b>Riferimenti normativi e bibliografici .....</b>	<b>31</b>
<b>Cronologia redazionale .....</b>	<b>32</b>

# 1 Introduzione

## 1.1 Scopo della direttiva

La direttiva procede a uniformare e standardizzare i sistemi di approvvigionamento energetico delle strade nazionali definendo le necessarie prescrizioni tecniche a integrazione di leggi e ordinanze in vigore e regolamentando l'interazione con le norme applicabili in materia.

Si illustrano inoltre i provvedimenti volti a garantire una quanto più elevata sicurezza della fornitura di energia.

Alimentazione energetica e impianti elettrici efficienti rivestono grande importanza per l'USTRA: la presente direttiva si propone di sensibilizzare l'insieme dei soggetti coinvolti nelle diverse fasi progettuali.

## 1.2 Campo di applicazione

La direttiva si applica alle fasi di progettazione, realizzazione, esercizio e manutenzione degli impianti di approvvigionamento energetico sui tratti a cielo aperto e in galleria delle strade nazionali.

## 1.3 Destinatari

La direttiva si rivolge a:

- tecnici specialisti dell'USTRA (EP, FU, PM, Esercizio ecc.);
- tecnici specialisti delle Unità territoriali;
- progettisti e imprese che eseguono attività sugli impianti di approvvigionamento energetico per conto dell'USTRA;
- ispettori e organi di controllo.

## 1.4 Entrata in vigore e cronologia redazionale

La direttiva entra in vigore in data 30.06.2021. La "cronologia redazionale" è riportata a pagina 32.

## 2 Obiettivi in materia di approvvigionamento energetico

### 2.1 Obiettivi generali

La presente direttiva definisce le disposizioni tecniche di approvvigionamento energetico allo scopo di realizzare i seguenti obiettivi:

- identificazione di leggi, ordinanze, norme e disposizioni vigenti;
- definizione dei requisiti tecnici;
- definizione dei piani di approvvigionamento energetico;
- incremento dell'efficienza energetica.

### 2.2 Riferimenti normativi per gli impianti di approvvigionamento energetico delle strade nazionali

Di seguito si elencano le prescrizioni da osservare oltre agli standard dell'USTRA (<https://www.astra.admin.ch/astra>).

*Tab. 2.1 Leggi, direttive ESTI e norme vigenti in materia di approvvigionamento energetico*

Approvvigionamento energetico	
Leggi vigenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordinanza sull'energia, OEn; RS 730.01</li> <li>• Legge sugli impianti elettrici, LIE; RS 734.0</li> <li>• Ordinanza sulla corrente forte, OCF; RS 734.2</li> <li>• Ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti elettrici, OPIE; 734.25</li> <li>• Ordinanza sugli impianti a bassa tensione, OIBT; RS 734.27</li> <li>• Ordinanza sulle linee elettriche, OLEI; RS 734.31</li> <li>• Legge sull'approvvigionamento elettrico, LAEI; RS 734.7</li> <li>• Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico, OAEI; RS 734.71</li> </ul>
Direttive ESTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N. 219: Impianti di produzione di energia (IPE) con funzionamento in parallelo o in isola con la rete di distribuzione della corrente a bassa tensione</li> <li>• N. 233: Impianti di produzione di energia fotovoltaici (IPE FV)</li> <li>• N. 235: Direttiva per l'inoltro dei progetti</li> <li>• N. 239: Linee di allacciamento agli impianti a bassa tensione</li> <li>• N. 247: Principi per le manovre dopo il disinserimento di linee ad alta tensione &gt; 1 kV</li> <li>• N. 248: Protezione parasismica della rete di distribuzione di energia elettrica in Svizzera</li> <li>• N. 322: Direttive riguardanti la costruzione e il controllo di impianti elettrici a corrente forte di strade nazionali</li> <li>• N. 240: Erläuterungen zur Leitungsverordnung (LeV) vom 30.03.1994</li> <li>• N. 407: Attività su o in prossimità di impianti elettrici</li> </ul>
Norme vigenti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SN EN 50160: Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica</li> <li>• SN EN 50522: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata</li> <li>• SN EN 61230: Lavori sotto tensione – Dispositivi portatili di messa a terra o messa a terra e in cortocircuito</li> <li>• SN EN 61936-1+A1: Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata</li> <li>• NIBT 2020; SN 411000:2020</li> <li>• SIA 197/2 Projektierung Tunnel - Strassentunnel</li> <li>• D-A-CH-CZ Regole tecniche per la valutazione delle perturbazioni della rete</li> </ul>
Altro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TAB-EVU: Technische Anschlussbedingungen der Energieversorgungsunternehmen (WVCH)</li> </ul>



## 2.3 Terminologia derivata dalla normativa di riferimento

Nel presente documento si utilizza la terminologia della direttiva ESTI n. 100 “Termini tecnici, ordini di manovra e di lavoro” (<https://www.esti.admin.ch>).

Altre voci sono riportate nel glossario finale.

## 3 Disposizioni generali

Gli impianti elettrici devono essere realizzati, modificati, mantenuti e controllati secondo le regole riconosciute della tecnica. In particolare, in base all'articolo 3 OIBT, non devono mettere in pericolo persone o cose, a prescindere dai limiti di conformità, anche in circostanze prevedibili di utilizzo o esercizio non conforme o guasto (art. 3 OIBT).

### 3.1 Misure di protezione

#### 3.1.1 Informazioni generali

I requisiti generali a cui devono rispondere gli impianti elettrici sono previsti negli articoli da 4 a 19 dell'ordinanza sulla corrente forte.

Le misure di protezione per gli impianti elettrici sulle strade nazionali vanno definite tenendo conto dei seguenti aspetti:

- È necessario verificare l'efficacia della protezione negli impianti con linee lunghe. In caso di cortocircuito a fondo linea, la corrente uscente deve essere in grado di attivare i dispositivi di protezione collegati a monte (NIBT 4.1.1.3.2.2+3) entro un intervallo di 5 secondi;
- Una o più messe a terra del conduttore PEN, o del conduttore di terra della linea di alimentazione, possono migliorare l'interruzione automatica di corrente (come avviene con il conduttore di terra degli impianti a bassa tensione negli edifici).

#### 3.1.2 Protezione delle persone

Non è consentito superare per oltre 5 secondi la tensione di contatto limite di 50 V, anche in condizioni difficili di messa a terra.

#### 3.1.3 Protezione delle cose

Gli impianti infrastrutturali devono essere protetti dagli influssi ambientali prevedibili. Anche in caso di situazioni critiche gli impianti elettrici non devono innescare ulteriori pericoli (come p. es. incendi, interruzioni di corrente, malfunzionamenti).

#### 3.1.4 Dispositivi di protezione differenziale (RCD)

Si applicano i seguenti requisiti:

Lavori con attrezzature elettriche:

- RCD obbligatorio (corrente differenziale di dimensionamento max. 30mA);

Segnaletica:

- RCD non raccomandabile. In caso di impiego si dovranno scegliere modelli con corrente differenziale di dimensionamento min. 300 mA;

Impianti fissi:

- RCD non richiesto. In caso di impiego si dovranno scegliere modelli con corrente differenziale di dimensionamento min. 300 mA;

Se gli impianti sono accessibili solo a personale addestrato, non è necessario installare dispositivi di protezione differenziale nella zona di transito della galleria.

In alternativa si può controllare l'isolamento con un relè di monitoraggio della corrente differenziale (RCM).

### 3.1.5 Protezione e distribuzione di fase per utenze unipolari

In casi speciali (p. es. illuminazione di attraversamento) è ammessa la possibilità di interrompere 1 polo delle uscite tripolari (non è necessario interrompere tutti i conduttori di fase contemporaneamente). In tali circostanze non è consentito utilizzare interruttori automatici tripolari.

## 3.2 Locali per impianti elettrici

Ai locali per impianti elettrici si applicano gli articoli da 34 a 39 dell'ordinanza sulla corrente forte. Valgono altresì i seguenti requisiti:

- Locali per alta tensione:
  - porte munite di dispositivo di chiusura (comunque apribili in qualsiasi momento dall'interno senza chiave) e cartello di avvertimento;
  - pannello di pronto soccorso in corrispondenza delle porte;
  - schema sinottico applicato alla parete;
  - per gli impianti SF6: cartello di avvertimento gas;
  - parafiamma ai sensi di AICAA 13-15, capitolo 3 e SN/EN 61936-1+A1;
  - porte tagliafuoco ai sensi di AICAA 13-15, capitolo 3 e SN/EN 61936-1+A1.
- Locali per bassa tensione:
  - porte munite di dispositivo di chiusura (comunque apribili in qualsiasi momento dall'interno senza chiave);
  - parafiamma ai sensi di AICAA 13-15, capitolo 3;
  - porte tagliafuoco ai sensi di AICAA 13-15, capitolo 3;
  - schemi elettrici disponibili all'interno del locale.

## 3.3 Ingressi cavi/tubi nei locali per impianti elettrici

Gli articoli da 34 a 39 dell'ordinanza sulla corrente forte richiedono quanto segue:

- griglie alle porte, finestre e sbocchi di ventilazione;
- fori di cablaggio impenetrabili per piccoli animali e insetti;
- parafiamma E 90 in corrispondenza di ingressi cavi/tubi di edifici e stazioni;
- ingressi cavi/tubi a tenuta di gas e acqua.

## 3.4 Sicurezza antisismica

I requisiti di struttura portante, componenti secondari, dispositivi e installazioni sono descritti nella Direttiva ESTI n. 248 "Protezione parasismica della rete di distribuzione di energia elettrica in Svizzera".

L'obiettivo è ridurre il rischio di guasti agli impianti di approvvigionamento energetico contenendo il più possibile i costi e senza dover ricorrere a calcoli dettagliati. Questo risultato dovrà essere raggiunto con misure costruttive semplici ed economicamente convenienti.

La direttiva ESTI n. 248 si applica agli elementi qui di seguito riportati:

- trasformatori (media e alta tensione);
- impianti ad alta tensione;
- impianti a media tensione;
- distribuzione principale per rete normale e di emergenza (bassa tensione);
- impianti di alimentazione di emergenza (con UPS e batterie).

La direttiva prevede le seguenti misure di protezione strutturali:

- ancoraggi;
- cornici di rinforzo;
- tiranti di fissaggio a soffitto;
- controventature;
- protezioni anticaduta;
- protezioni antiribaltamento.

### **3.5 Posa e rimozione di attrezzature provvisorie per cantieri**

I requisiti di sicurezza si applicano indistintamente a installazioni provvisorie e definitive.

Nei progetti maggiori l'approvvigionamento energetico in cantiere deve essere regolamentato e attivato indipendentemente dall'alimentazione in galleria.

Le installazioni che non risultano più necessarie devono essere smantellate e smaltite. Se non vengono rimossi, i cavi dovranno essere contrassegnati e isolati sui due lati.

### **3.6 Limite di proprietà livello di rete 5**

Per i punti di immissione > 100 000 kWh/a è necessario richiedere l'allacciamento al livello di rete 5.

Il limite di proprietà si trova normalmente in corrispondenza dei morsetti primari del trasformatore e deve essere visibile sul posto.

Il Gestore della rete di distribuzione (GRD) può trasferire all'USTRA i costi di investimento, esercizio e manutenzione per l'interruttore collocato sul lato primario del trasformatore.

Nel caso di gallerie con più punti di immissione (centrali), in cui la linea di transito interna non viene utilizzata dal GRD, tale linea resta di proprietà dell'USTRA unitamente alle rispettive installazioni (interruttori ecc.).

### **3.7 Piano di messa a terra**

Per ogni progetto si deve realizzare un piano di messa a terra che consideri la protezione di persone e cose, le messe a terra, il collegamento equipotenziale e gli scaricatori di sovratensione. Il piano va definito di intesa e previo coordinamento con il GRD locale prima della realizzazione.

### **3.8 Tracciato parallelo delle linee**

#### **3.8.1 Linee ad alta tensione sulle strade nazionali**

Nel caso in cui il tracciato delle linee ad alta tensione sia parallelo alle strade nazionali, si dovranno osservare le disposizioni dell'ordinanza sulle linee elettriche (OLEI) e della Direttiva ESTI n. 240 "Erläuterungen zur Leitungsverordnung (LeV)" nonché prevedere le misure che si rendano necessarie.

#### **3.8.2 Impianti ferroviari sulle strade nazionali**

Nel caso in cui il tracciato degli impianti ferroviari sia parallelo alle strade nazionali, oltre alle prescrizioni citate nel capitolo 3.8.1 fanno fede anche le disposizioni esecutive dell'ordinanza sulle ferrovie (DE-Oferr) dell'UFT.

Si dovrà individuare tempestivamente la presenza di eventuali interfacce e punti di conflitto con la rete elettrica ferroviaria e, nel qual caso, definire misure adeguate.

## 4 Piani di approvvigionamento energetico

### 4.1 Efficienza energetica e protezione dell'ambiente

L'utilizzo razionale dell'energia elettrica è un'esigenza da tenere in debita considerazione: dove opportuno i consumi devono essere ridotti al minimo attraverso regolazioni del carico e meccanismi di controllo.

L'efficienza energetica è un aspetto da includere anche in fase di progettazione, soprattutto nel contesto di trasformatori e impianti UPS, ottimizzando determinati elementi come livelli di potenza, punti di esercizio e rendimento.

Occorre utilizzare materiali di composizione dichiarata che abbiano un impatto noto e ridotto sul ciclo dei materiali e che assicurino il rispetto delle disposizioni ai sensi della legge federale sulla protezione dell'ambiente (LPAmb; RS 814).

Tutti i materiali devono essere tassativamente privi di sostanze alogene e conformi alla Direttiva RoHS.

### 4.2 Approvvigionamento energetico in galleria

Nelle gallerie con piano di approvvigionamento C1 o C2, l'energia viene fornita da due sottostazioni indipendenti a cui le linee di alimentazione accedono in via diretta o indiretta (tramite ulteriori stazioni di trasformatori dei GRD). Se l'approvvigionamento da due sottostazioni indipendenti non è possibile o è troppo oneroso, le linee di alimentazione di una sottostazione dovranno essere collegate a due condotti sbarre indipendenti. Ciascuna linea dovrà essere dimensionata per assicurare in qualsiasi momento la massima efficienza energetica in galleria.

Le due linee di alimentazione devono essere posate in luoghi fisicamente separati in modo che, al verificarsi di un guasto o di un danno a uno dei due cavi, l'altro non ne risulti compromesso.

L'approvvigionamento energetico deve essere dimensionato sulla base della massima potenza di assorbimento possibile. Il Gestore della rete di distribuzione (GRD) deve avere la capacità di fornire la potenza massima concordata in qualsiasi momento.

Per quanto riguarda l'avviamento delle utenze si dovranno rispettare le condizioni di allacciamento del GRD.

### 4.3 Scelta dei piani di approvvigionamento energetico

Il seguente grafico riporta una panoramica dei casi in cui trova applicazione il piano di approvvigionamento energetico da definire sulla base di criteri come lunghezza e ventilazione delle gallerie.

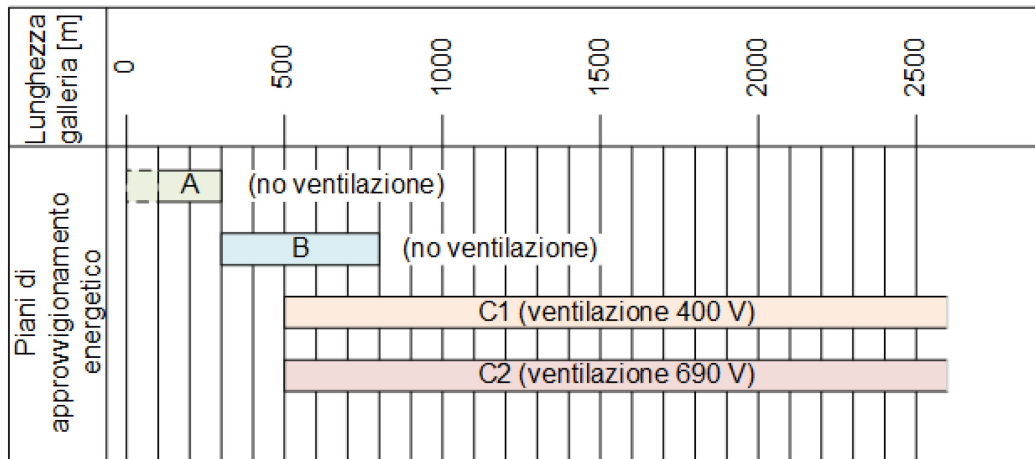


Fig. 4.1 Possibili piani di approvvigionamento energetico.

## 4.4 Piani di approvvigionamento energetico

L'obiettivo è standardizzare i sistemi di approvvigionamento energetico nelle gallerie stradali e sui tratti a cielo aperto definendo e realizzando il piano più adatto al caso specifico.

I piani sono descritti nel presente capitolo, mentre l'Allegato I riporta gli schemi esemplificativi.

I casi speciali richiedono strategie specifiche da studiare in fase di progettazione.

I piani, in cui le gallerie sono rappresentate per canne a senso unico di marcia (separazione: canna 1, canna 2), valgono per analogia anche per le gallerie bidirezionali, ma solo monocanna.

La tabella riporta una descrizione per punti principali:

Tab. 4.1 Descrizione dei piani di approvvigionamento energetico.

Piani di approvvigionamento energetico (vedi Allegato I)	Descrizione
Tratto a cielo aperto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una linea di alimentazione</li> </ul>
Galleria A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una linea di alimentazione da rete normale</li> <li>Un impianto ad alta tensione (in caso di linea ad alta tensione)</li> <li>Alimentazione di emergenza secondo necessità</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> </ul>
Galleria B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una linea di alimentazione da rete normale</li> <li>Uno o più impianti ad alta tensione (in base alla lunghezza)</li> <li>Alimentazione di emergenza</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> <li>Nessun sistema di ventilazione</li> </ul>
Galleria C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentazione da rete normale tramite due sottostazioni indipendenti</li> <li>Uno o più impianti ad alta tensione</li> <li>Alimentazione di emergenza</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> <li>Per motivi di ridondanza ogni trasformatore è dimensionato sulla potenza totale di una centrale</li> <li>Con sistema di ventilazione</li> <li>Nessuna caduta di tensione non consentita per commutazioni dei ventilatori</li> </ul>
Galleria C2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentazione da rete normale tramite due sottostazioni indipendenti</li> <li>Uno o più impianti ad alta tensione</li> <li>Alimentazione di emergenza</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> <li>Trasformatori separati per ventilazione e illuminazione, in generale</li> </ul>

**Tab. 4.1** Descrizione dei piani di approvvigionamento energetico.

Piani di approvvigionamento energetico (vedi Allegato I)	Descrizione
	<ul style="list-style-type: none"> <li>In materia di guasti si devono osservare i requisiti di ventilazione ai sensi della Direttiva 13001, eventualmente predisponendo trasformatori aggiuntivi da 690 VAC</li> <li>Per motivi di ridondanza ogni trasformatore (400 V) è dimensionato sulla potenza totale di una centrale</li> <li>L'utilizzo è analogamente possibile anche in caso di ventilazione a 400 V ad alta potenza</li> </ul>

## 4.5 Alimentazione di emergenza

L'alimentazione di emergenza è assicurata dagli impianti UPS. La seguente tabella ne illustra l'utilizzo nell'ambito dei piani di approvvigionamento energetico.

**Tab 4.2** Descrizione dei piani di approvvigionamento energetico con corrente di emergenza.

Piani di approvvigionamento energetico	Descrizione degli impianti UPS
Tratto a cielo aperto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nessuna alimentazione di emergenza (per le eccezioni vedi cap. 4.5.2)</li> </ul>
Galleria A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentazione di emergenza secondo necessità</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> </ul>
Galleria B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentazione di emergenza</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> </ul>
Galleria C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentazione di emergenza</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> </ul>
Galleria C2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentazione di emergenza</li> <li>Canne unidirezionali separate per autonomia</li> </ul>

### 4.5.1 UtENZE in galleria

L'alimentazione di emergenza deve assicurare la continuità dei seguenti impianti, sottoimpianti e aggregati in gallerie di lunghezza superiore a 300 m:

- Approvvigionamento energetico:
  - Telematica (centralina locale e di comando impianti);
- Illuminazione:
  - Come da Direttiva 13015;
- Ventilazione:
  - Telematica e sistemi di misurazione;
- Segnaletica:
  - Telematica, sistemi di misurazione;
  - Semafori, luci lampeggianti;
  - Semafori di corsia reversibile;
  - Segnali variabili, segnaletica di direzione variabile;
  - Segnali statici illuminati;
  - Segnali LED;
- Impianti di monitoraggio:
  - Telematica;
  - Impianti video;
  - Impianto di rilevamento incendio in galleria;
- Comunicazione e telematica:
  - Router della rete IP BSA: sempre collegato a un UPS;

- Access switch della rete IP BSA: solo se è già presente un impianto UPS;
- Telefono per chiamate di emergenza;
- Modulo radiomobile (solo per l'alimentazione delle centrali);
- Impianti radio POLYCOM e DAB+;
- Impianti annessi:
  - 25% d'illuminazione nelle centrali;
  - Impianti RVC. Solo se un guasto alla rete normale può determinare situazioni critiche a livello di temperatura (senza climatizzazione né riscaldamento);
  - Impianto di rilevamento incendio nell'edificio.

#### 4.5.2 Utenze su tratto a cielo aperto

Si deve prevedere un'alimentazione di emergenza per:

- tutti i router degli anelli di accesso alla rete IP BSA UT;
- gli impianti elettromeccanici, inclusi gli *access switch*, nei punti in cui possono determinarsi situazioni pericolose per gli utenti della strada per guasti alla rete normale che coinvolgano i sistemi di controllo, i sistemi di gestione del traffico o gli impianti semaforici. Occorre quindi assicurare che tutti gli switch della catena interessata dispongano sempre di un'alimentazione di emergenza;
- ulteriori sistemi di controllo previo accordo con l'USTRA.

#### 4.5.3 Centrali BSA in centri di manutenzione e depositi logistici

- Si applicano per analogia i requisiti di cui al capitolo 4.5.1.

### 4.6 Misurazioni dell'energia elettrica

#### 4.6.1 Misurazione del Gestore della rete di distribuzione (GRD)

L'USTRA predispone il punto in cui eseguire le misurazioni in base alle disposizioni del GRD (prescrizioni delle aziende elettriche). I trasformatori di misura, i contatori e i ricevitori del segnale di telecomando centralizzato sono di proprietà del GRD. I contatori vengono letti da remoto.

#### 4.6.2 Misurazioni dell'USTRA

Ai sensi del piano relativo all'energia elettrica, l'USTRA ha previsto le seguenti misurazioni dei propri impianti in galleria (senza taratura) per scopi statistici, vedi Figura 1.

- impianto di illuminazione (energia e potenza);
- impianto di ventilazione (energia e potenza);
- in generale (impianti elettromeccanici restanti) (energia e potenza).

Si acquisiscono e si trasmettono alla centralina di comando i valori di misurazione per l'illuminazione, la ventilazione e i restanti impianti elettromeccanici di ogni galleria.

Si analizzano gli impianti specifici delle gallerie e non quelli di terzi.

Per incrementare l'efficienza energetica, si possono ottimizzare le misurazioni attrezzando a tale scopo anche altri impianti (per es. RVC).

Sugli impianti fotovoltaici si rilevano invece i valori di energia e potenza prodotte e reimmesse nella rete.

L'USTRA non installa punti di misurazione propri per le centraline energetiche sui tratti a cielo aperto e nelle gallerie di lunghezza fino a 100 m.



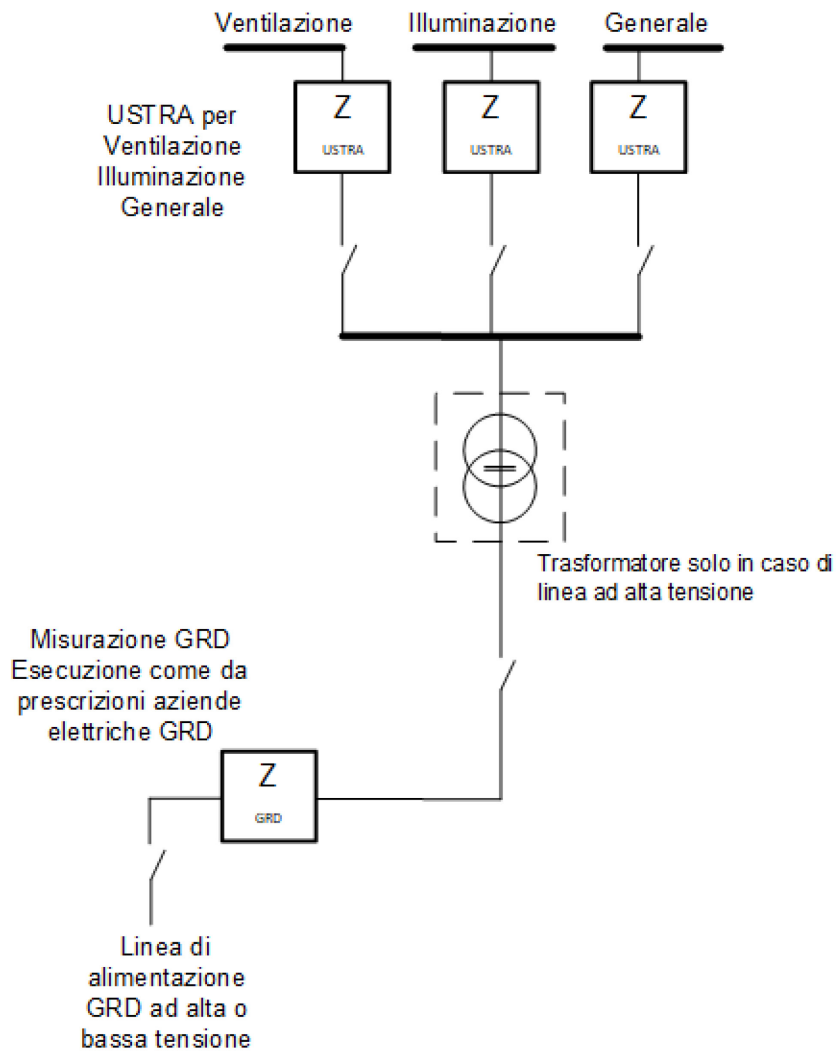


Fig. 4.2 Piano di misurazione dell'energia

## 5 Disposizioni tecniche

### 5.1 Dimensionamento dei trasformatori

I trasformatori devono rispondere ai requisiti del regolamento (UE) n. 548/2014. A seconda delle condizioni specifiche di progetto – ad esempio in base ai requisiti di installazione strutturali – possono essere utilizzati trasformatori a secco o in bagno d'olio.

Il trasformatore sarà dimensionato sulla base della massima potenza di assorbimento possibile. Il rendimento deve essere ottimizzato per un funzionamento in condizioni normali (miglior rapporto possibile tra carico e rendimento).

In fase di progettazione e acquisizione dovrà essere eseguita e documentata una valutazione complessiva dei costi d'investimento ed esercizio per l'intera durata in servizio di 25 anni (Total cost of ownership TCO).

Occorrono trasformatori di elevato livello qualitativo e conformi all'attuale stato dell'arte. In linea di massima si devono utilizzare modelli con nucleo amorfo e potenze nominali standard.

Il giusto dimensionamento (dimensione nominale) dei trasformatori consente di ottimizzare le scorte di ricambi. Spesso le centrali elettriche hanno a disposizione una determinata dimensione nominale a magazzino: in questo modo si assicurano riparazioni veloci ed efficienti. Poiché l'USTRA non gestisce un proprio magazzino di trasformatori ma si affida a quelli delle centrali elettriche locali, questo aspetto dovrà essere regolamentato in base alle caratteristiche del singolo progetto.

### 5.2 Compensazione della corrente reattiva

Il fattore di potenza deve essere limitato a  $\cos \varphi$  induttivo 0,92 e capacitivo 0,96.

Se necessario nelle distribuzioni secondarie con linee lunghe, o con utenze induttive di grandi dimensioni, è possibile installare un impianto remoto per la compensazione della corrente reattiva.

### 5.3 Impianto elettrogeno di emergenza

Con l'espressione "impianto elettrogeno di emergenza" o semplicemente "corrente/alimentazione di emergenza", s'intende:

- un generatore elettrico sostitutivo generale che assicura la disponibilità di energia elettrica da una fonte aggiuntiva indipendente dalla rete;
- un gruppo di continuità che protegge dai danni dovuti a oscillazioni e interruzioni di corrente elettrica;
- un gruppo elettrogeno di emergenza definito come tale indipendentemente dall'utilizzo.

#### 5.3.1 Gruppo di continuità (UPS) fino a 2 kVA

I componenti elettrici sono collegati a impianti con UPS di piccole dimensioni (fino a 2 kVA, monofase) che li alimentano con corrente di emergenza sui tratti a cielo aperto o in gallerie corte. Si devono utilizzare batterie con tecnologia gel senza manutenzione evitando condizioni di eccessivo riscaldamento.

Il funzionamento a batteria deve garantire le condizioni di disinserzione.

L'autonomia è di 60 minuti con potenza dell'impianto al 100% (potenza di tutte le utenze collegate).

#### 5.3.2 Gruppo di continuità (UPS) > 2 kVA

Questi gruppi di continuità (UPS) vengono installati in gallerie lunghe almeno 300 m.

Ogni centrale deve avere in dotazione un UPS.

Il funzionamento a batteria deve garantire le condizioni di disinserzione.

Il gruppo deve avere un'autonomia di alimentazione di almeno 60 minuti per l'intera durata d'uso con potenza dell'impianto al 100% (potenza di tutte le utenze collegate).

Le installazioni in uscita dall'impianto di alimentazione di emergenza (UPS) devono essere sempre separate per ogni canna.

L'impianto UPS alimenta anche il cunicolo di sicurezza (SiSto).

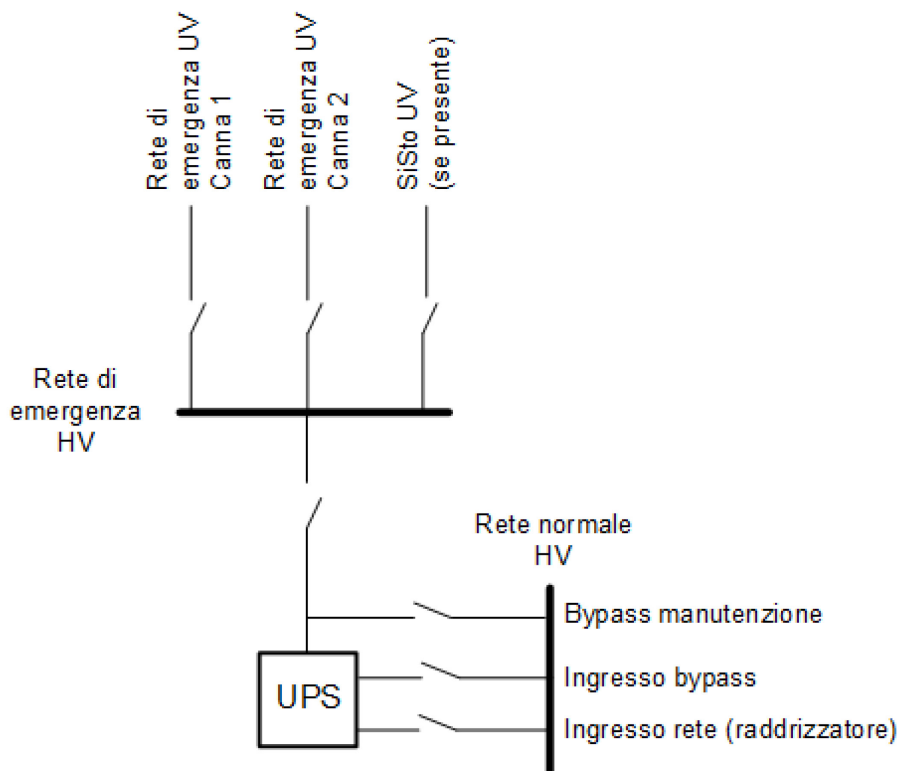


Fig. 5.1 Principio rete di emergenza della distribuzione principale per ogni centrale.

## 5.4 Impianti generatori di energia

### 5.4.1 Generatore diesel

I generatori diesel vengono installati solo in casi speciali (p. es. stazioni di pompaggio sotto il livello della falda). Per la progettazione e la realizzazione si dovranno rispettare le indicazioni qui di seguito riportate.

#### Installazione

I generatori diesel e i loro dispositivi ausiliari (p. es. batterie di avviamento, impianti di commutazione dei gruppi automatici) devono essere installati in locali separati, dove occorrerà garantire una ventilazione sufficiente. Per gli impianti di cisterne valgono le disposizioni di legge.

#### Condizioni di allacciamento

Si devono escludere alimentazioni di ritorno non intenzionali nella rete di approvvigionamento del GRD o aumenti di potenziale del conduttore neutro (N).

#### Verifiche

L'impianto deve essere sottoposto a verifiche periodiche in base alle indicazioni del produttore. I risultati dei test devono essere verbalizzati.

## 5.4.2 Impianti fotovoltaici

### Impianti autonomi

I pannelli solari di piccole dimensioni possono alimentare singoli gruppi in piena autonomia come ad esempio i telefoni per chiamate di emergenza, che normalmente si trovano in modalità di standby. Non rientrano in questa categoria i gruppi che devono restare operativi 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno e che possono anche essere dotati di un sistema di riscaldamento integrato come ad esempio le videocamere.

### Produzione di energia elettrica

Il Consiglio federale ha approvato il "pacchetto clima per l'Amministrazione federale" del 2 settembre 2020, nell'ambito del quale l'USTRA s'impegna a incrementare la produzione di corrente elettrica da 0 a 35 GWh/a entro il 2030. 25 Gwh/a sono destinati ai centri di manutenzione e ai depositi logistici, mentre 10 GWh/a agli impianti delle strade nazionali. Integrati nel Sottogruppo di bilancio Confederazione, gli impianti fotovoltaici di grandi dimensioni reimmettono in rete la sovrapproduzione per renderla erogabile da qualsiasi altro punto di alimentazione > 100 000 kWh/a lungo le strade nazionali.

### Progettazione e realizzazione

Per la progettazione e la realizzazione degli impianti si devono osservare le norme e le disposizioni tecniche attualmente in vigore così come le disposizioni del produttore.

### Terze parti

Gli impianti fotovoltaici delle strade nazionali possono essere realizzati e gestiti anche da terze parti, purché le superfici che occupano non siano già riservate alle strade nazionali in quanto presenti nell'elenco di opere per l'assegnazione di priorità nel potenziamento dell'impianto fotovoltaico ("Objektliste für die Priorisierung des Ausbaus der PV-Anlage").

## Allegati

<b>I</b>	<b>Piani di approvvigionamento energetico.....</b>	<b>23</b>
I.1	Piani di approvvigionamento energetico .....	23



# I Piani di approvvigionamento energetico

## I.1 Piani di approvvigionamento energetico

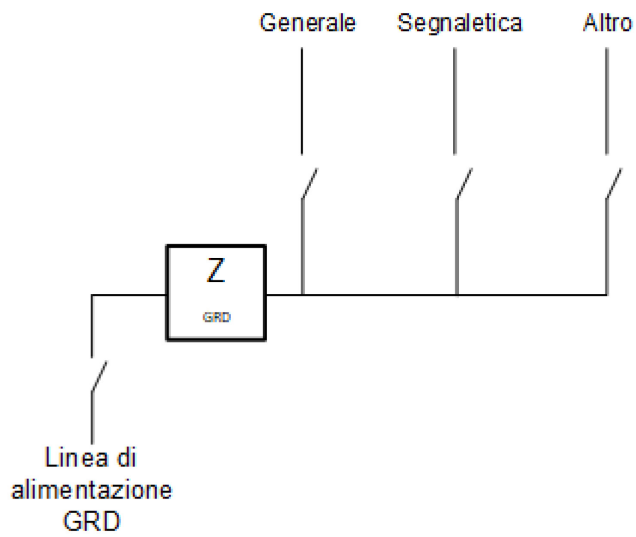


Fig. I.1 Piano di approvvigionamento energetico tratto a cielo aperto

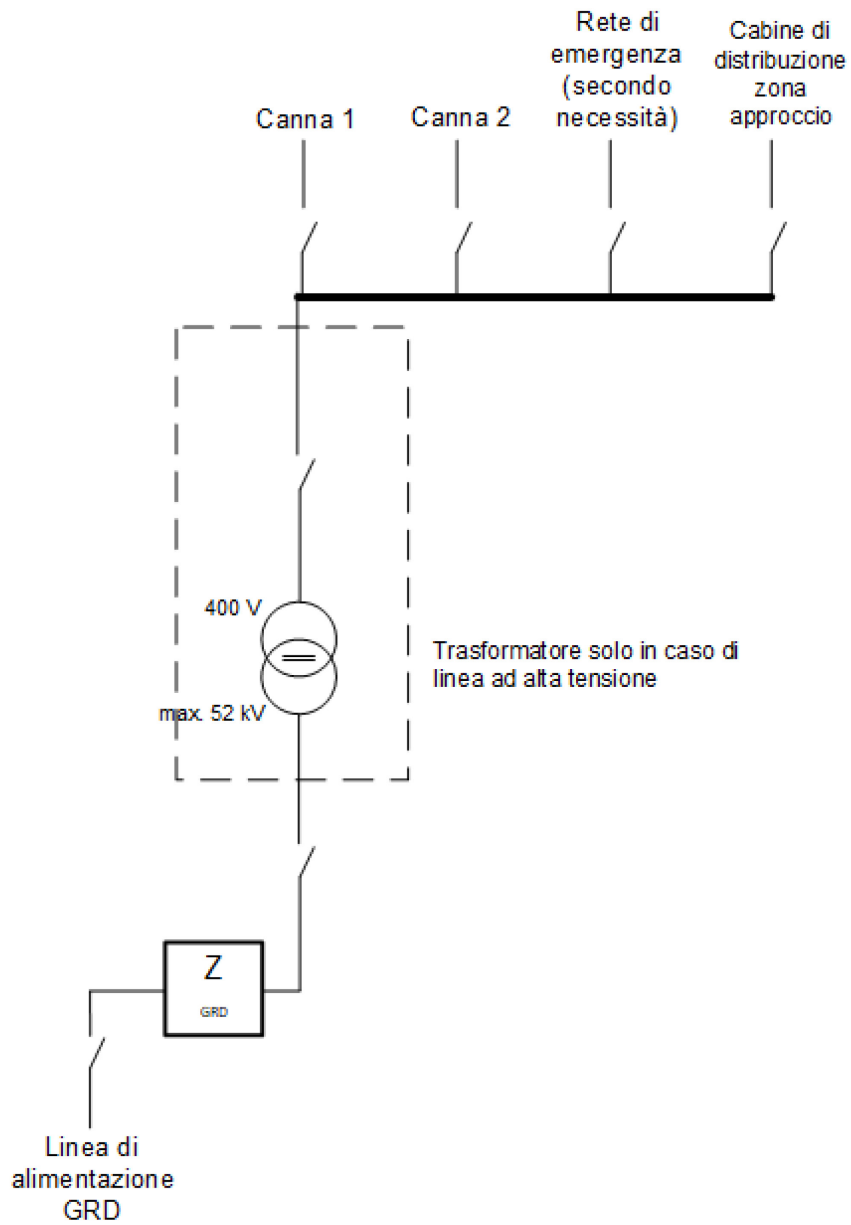


Fig. I.2 Piano di approvvigionamento energetico galleria A



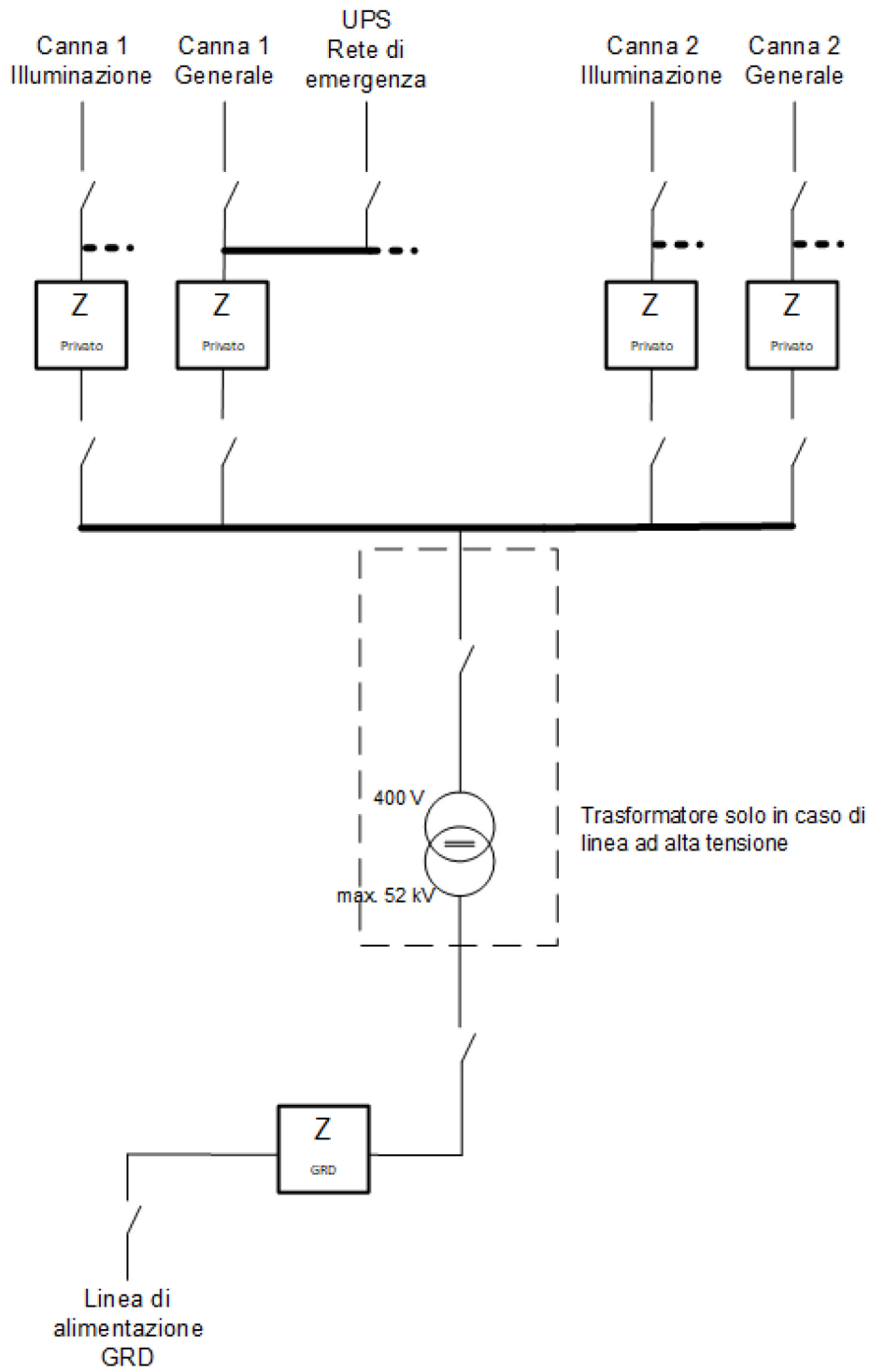


Fig. I.3 Piano di approvvigionamento energetico galleria B

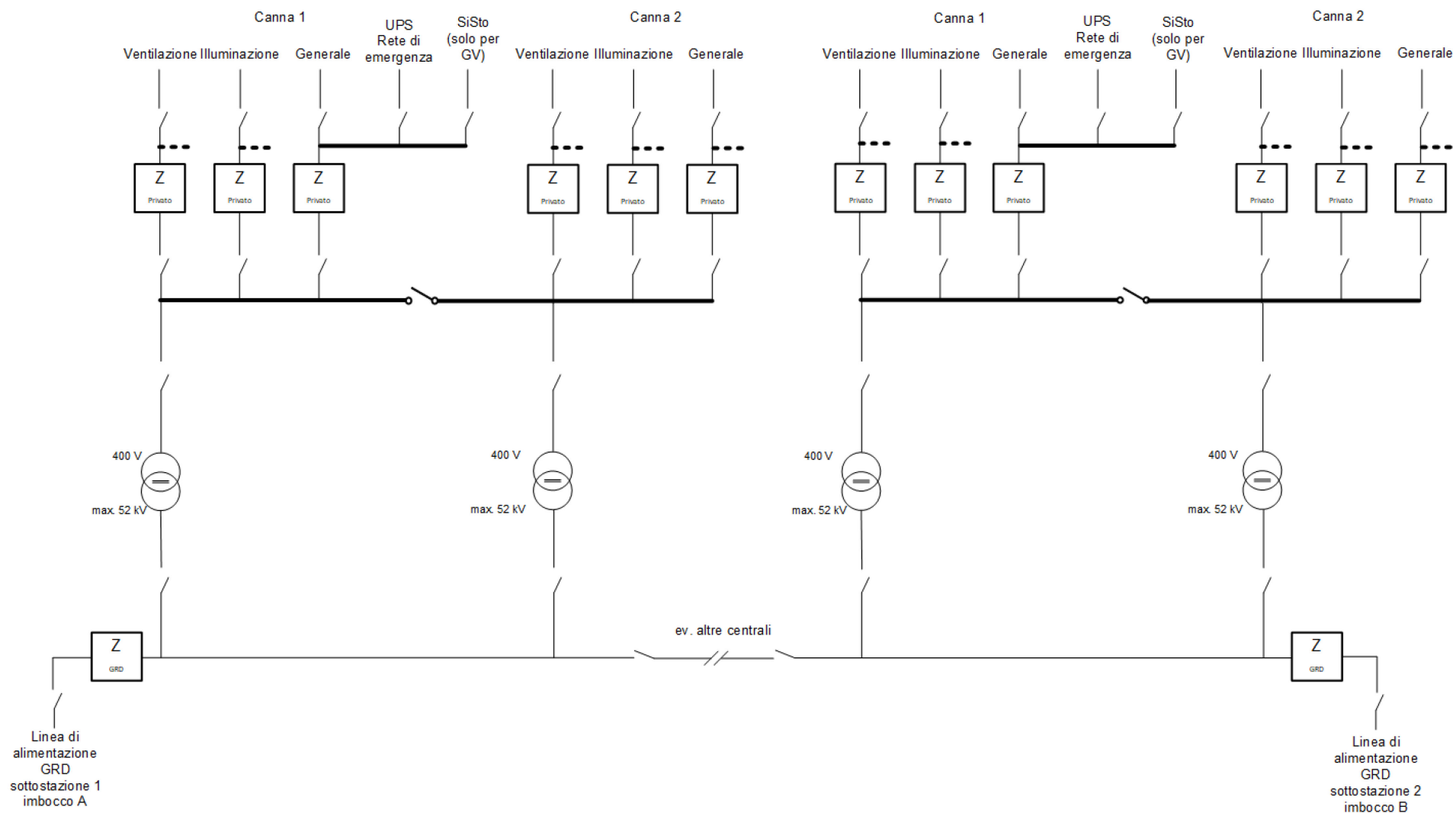


Fig. I.4 Piano di approvvigionamento energetico galleria C1

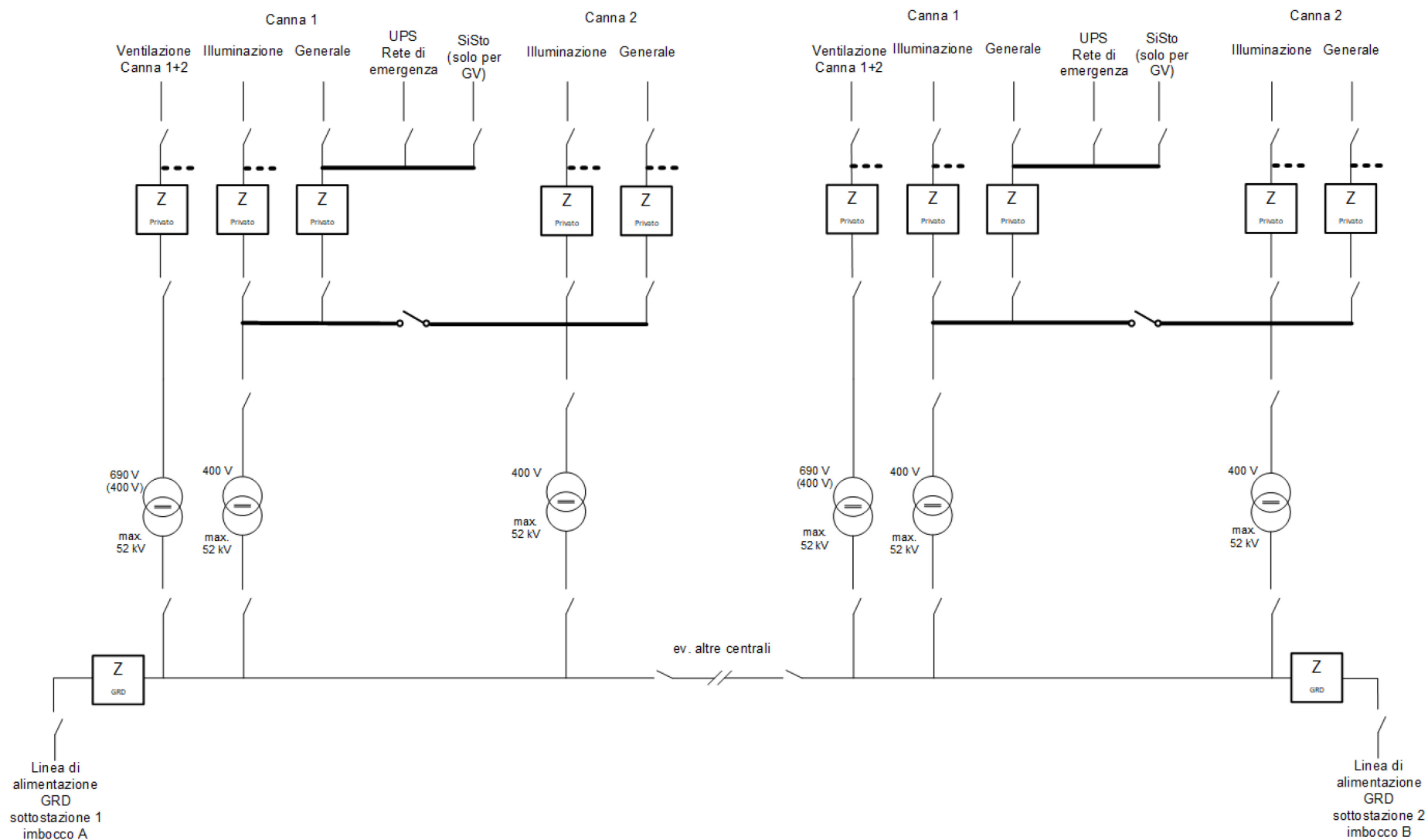


Fig. I.5 Piano di approvvigionamento energetico galleria C2



## Glossario/Acronimi

Voce	Significato
AE	Alimentazione con corrente di emergenza
AICAA	Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio
AKS-CH	Direttiva ASTRA 13013 "Struttura e codificazione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (AKS-CH)". Si prefigge di standardizzare l'impostazione strutturale e identificativa dei BSA sulle strade nazionali elvetiche. <i>Sistema svizzero di identificazione degli impianti (AKS-CH)</i>
ASTRA USTRA	Bundesamt für Strassen Ufficio federale delle strade
AT	Alta tensione
BSA	Impianti elettromeccanici (in precedenza: equipaggiamenti di esercizio e sicurezza – EES)
Codice IEC	Codice import/export per la trasmissione dati
cos	Fattore di efficienza o di potenza
DE-Oferr	Disposizioni d'esecuzione dell'ordinanza sulle ferrovie
Dicitura	Informazione applicata in posizione ben visibile sul luogo di installazione.
EN/SN	Norma europea/Norma svizzera
EP	Erhaltungsplanung Pianificazione manutentiva
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat Ispettorato federale degli impianti a corrente forte
EVU AAE	Elektrizitätsversorgungsunternehmen Azienda di approvvigionamento elettrico
EW	Elektrizitätswerk Centrale elettrica
F	Fotovoltaico
FHB	Fachhandbuch BSA Manuale tecnico BSA
FU	Fachunterstützung Sostegno tecnico
GE UT	Gebietseinheit Unità territoriale; ente cantonale preposto alla manutenzione ordinaria delle strade nazionali nel proprio territorio di competenza
Impianti elettrici	Con questa definizione si intendono tutti i componenti elettrici che comprendono alimentazione, armadi di distribuzione, cablaggio e prese fino a macchinari, dispositivi e apparecchi elettrici.
Impianti RVC	Impianti di riscaldamento, ventilazione, climatizzazione
IP	Internet Protocol Protocollo di rete
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici
LED	Light-emitting diode Diodo luminoso
Livelli di rete	In Svizzera valgono i seguenti livelli di rete: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Livello 1 (altissima tensione): 380 / 220 kV</li> <li>- Livello 3 (alta tensione): 36 – 150 kV</li> <li>- Livello 5 (media tensione): 1 - 36 kV</li> <li>- Livello 7 (bassa tensione): &lt; 1000 V</li> <li>- I livelli 2, 4 e 6 sono definiti come livelli di trasformazione.</li> </ul>
N	Conduttore neutro

<b>Voce</b>	<b>Significato</b>
OIBT	Ordinanza sugli impianti a bassa tensione
OSN	Ordinanza sulle strade nazionali
PAW	Pläne des ausgeführten Werks Planimetrie dell'opera realizzata. Parte della documentazione degli impianti.
PM	Projektmanagement Gestione progetti
RCD	Residual-current device Interruttore di sicurezza per corrente di dispersione
RCM	Residual Current Monitor Relè per il controllo della corrente differenziale
RoHS	Restriction of Hazardous Substance Restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose
Sistema VM	Dispositivi utilizzati per la regolazione dinamica del flusso del traffico
SiSto	Sicherheitsstollen Cunicolo di sicurezza
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni
TAB	Technische Anschlussbedingungen Condizioni tecniche di allacciamento
TCO	Total cost of ownership Costo totale di proprietà
TN-S	Tipo di realizzazione in reti a bassa tensione (dal francese "terre neutre")
UPS	Uninterruptible Power Supply Gruppo di continuità
VAC	Volt Alternate Current Tensione alternata
VNB	Verteilnetzbetreiber
GRD	Gestore della rete di distribuzione
WVCH	Werksvorschriften CH Prescrizioni delle aziende elettriche svizzere
Z	Zähler Contatore

## Riferimenti normativi e bibliografici

### Leggi federali

- [1] Legge sugli impianti elettrici (LIE) del 24 giugno 1921, RS 734.01, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [2] Legge sull'approvvigionamento elettrico (LaEI) del 23 marzo 2007, RS 734.7, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Ordinanze

- [3] Ordinanza sull'energia (OEn) del 1° novembre 2017, RS 730.01, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [4] Ordinanza sugli impianti elettrici a corrente forte (Ordinanza sulla corrente forte) del 30 marzo 1994, RS 734.2, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [5] Ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione (OIBT) del 7 novembre 2001, RS 734.27, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [6] Ordinanza sulle linee elettriche (OLEI) del 30 marzo 1994, RS 734.31, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).
- [7] Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico (OAEI) del 14 marzo 2008, RS 734.71, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Istruzioni e direttive DATEC e USTRA

- [8] Ufficio federale delle strade USTRA, "Standard per le strade nazionali", [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch)

### Direttive ESTI

- [9] Direttiva Impianti di produzione di energia (IPE) con funzionamento in parallelo o in isola con la rete di distribuzione della corrente a bassa tensione, n. 219 [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [10] Direttiva Impianti di produzione di energia fotovoltaici (IPE FV), n. 233, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [11] Direttive conformemente agli artt. 2 e 4 Ordinanza sulla procedura di approvazione dei piani per impianti elettrici (OPIE) per l'inoltro dei progetti e per i loro requisiti, nonché per il picchettamento, n. 235, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [12] Direttiva Linee di allacciamento agli impianti a bassa tensione, n. 239, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [13] Erläuterungen zur Leitungsverordnung, n. 240, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [14] Principi per le manovre dopo il disinserimento di linee ad alta tensione > 1 kV, n. 247, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [15] Direttiva Protezione parasismica della rete di distribuzione di energia elettrica in Svizzera, n. 248, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).
- [16] Attività su o in prossimità di impianti elettrici, n. 407, [www.esti.admin.ch](http://www.esti.admin.ch).

### Norme

- [17] Comitato europeo di normazione elettrotecnica CENELEC, "Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica", SN/EN 50160
- [18] Norma svizzera, "Projektierung Tunnel Strassentunnel", SIA 197/2
- [19] Comitato europeo di normazione elettrotecnica CENELEC, "Erdungsanlagen für Starkstromanlagen in Netzen mit Nennwechselspannungen über 1 kV", SN/EN 50522
- [20] Comitato europeo di normazione elettrotecnica CENELEC, "Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen", SN/EN 60271
- [21] Comitato europeo di normazione elettrotecnica CENELEC, "Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV, Teil 1, allgemeine Bestimmungen", SN/EN 61936-1+A1
- [22] Electrosuisse, "Norma sulle installazioni a bassa tensione (NIBT)", SN 411000:2020
- [23] Associazione delle aziende elettriche svizzere, "Technische Regeln zur Beurteilung von Netzzrückwirkungen", D-A-CH-CZ
- [24] Comitato europeo di normazione elettrotecnica CENELEC, "Erdungs- und Kurzschlussvorrichtungen", SN/EN 61230

### Altro

- [25] Associazione delle aziende elettriche svizzere AES "Branchenempfehlung Werkvorschriften – Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss von Verbraucher-, Energieerzeugungs- und Speicheranlagen an das Versorgungsnetz" AES WVCH-CH

## Cronologia redazionale

Edizione	Versione	Data	Operazione
2021	1.01	01.12.2021	Adattamenti formali: - 1.1, 2.7, 2.10, 3, 4, 5.3.2, 5.5 e glossario.
2021	1.00	30.06.2021	Entrata in vigore edizione 2021 (versione originale in tedesco).



