



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona
BRENNER BASISTUNNEL
Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona
GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3

D0700: Lotto Mules 2-3

Projekteinheit

WBS

Definitive EM Anlagen

EM definitivi

Dokumentenart

Tipo Documento

Techn. Bericht

Relazione tecnica

Titel

Titolo

Technischer Bericht Elektromechanische Anlagen

Relazione tecnica impianti



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
olo Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sommarini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026781911, Fax: +39 0267152612

Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche
Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Ord. Ingg. Milano N° A 29470

Mandataria



Mandante



Mandante



Mandante



Fachplaner / il progettista specialista

Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Nicola Norghauer

Fachplaner / il progettista specialista

Fachplaner / il progettista specialista

Datum / Data

Name / Nome

Gesellschaft / Società

Bearbeitet / Elaborato

30.01.2015

Florinett / Viertel

Pöyry

Geprüft / Verificato

30.01.2015

Crugnola / Viertel

Pöyry



Name / Nome
R. Zurlo

Name / Nome
K. Bergmeister

Projekt-
kilometer /
Chilometro
progetto

von / da 32.0+88
bis / a 54.0+15
bei / al

Bau-
kilometer /
Chilometro
opera

von / da
bis / a
bei / al

Status
Dokument /
Stato
documento

Massstab /
Scala

-

Staat
Stato

Los
Lotto

Einheit
Unità

Nummer
Numero

Dokumentenart
Tipo Documento

Vertrag
Contratto

Nummer
Codice

Revision
Revisione

02

H61

IE

020

ETB

D0700

33001

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für die Ausschreibung / Emissione per Appalto	Florinett / Viertel	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Florinett / Viertel	04.12.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Florinett / Viertel	09.10.2014
10	Endabgabe / Consegna Definitiva	Florinett / Viertel	31.07.2014

1	ZUSAMMENFASSUNG	
1	RIASSUNTO	4
2	EINLEITUNG	
2	INTRODUZIONE	6
3	GRUNDLAGEN	
3	BASI	7
3.1	RAHMENBEDINGUNGEN	
3.1	CONDIZIONI QUADRO	7
3.2	RICHTLINIEN, GESETZTE UND NORMEN	
3.2	LINEE GUIDA, LEGGI E NORME	7
4	BESCHREIBUNG DER ANLAGEN	
4	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	7
4.1	ALLGEMEIN	
4.1	GENERALITÀ	7
4.2	MITTELSPANNUNG	
4.2	MEDIA TENSIONE	7
4.2.1	Allgemein	
4.2.1	Generalità	7
4.2.2	Kenndaten	
4.2.2	Specifiche	8
4.3	TRANSFORMATOR	
4.3	TRASFORMATORE	8
4.3.1	Allgemein	
4.3.1	Generalità	8
4.3.2	Eigenschaften Transformator	
4.3.2	Caratteristiche del trasformatore	9
4.4	NIEDERSPANNUNG	
4.4	BASSA TENSIONE	9
4.4.1	NS-Hauptverteilung	
4.4.1	Distribuzione principale BT	9
4.4.2	Beleuchtung	
4.4.2	Illuminazione	11
4.4.2.1	Allgemein	
4.4.2.1	Generalità	11
4.4.2.2	Elektroverteilkasten (QPL)	
4.4.2.2	Quadro protezione linea (QPL)	12
4.4.2.3	Leuchten	
4.4.2.3	Luci	12
4.4.2.4	Steuerung	
4.4.2.4	Controllo-Comando	12
4.5	GSM-ANLAGE	
4.5	IMPIANTO GSM	12
4.5.1	Allgemein	
4.5.1	Generalità	12
4.6	KABEL	
4.6	CAVI	13
4.6.1	Mittelspannungskabel	
4.6.1	Cavi di media tensione	13

4.6.2	Niederspannungskabel	
4.6.2	Cavi di bassa tensione	14
4.7	KABELTRASSE	
4.7	CANALINA PORTACAVI	15
5	ERDUNGSANLAGE	
5	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	16
5.1	ERRICHTUNG DER ERDUNGSANLAGE	
5.1	REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI MESSA A TERRA.....	16
5.2	PRÜFUNG GEMÄSS DER ANWENDBAREN GESETZLICHEN BESTIMMUNGEN	
5.2	VERIFICA SECONDO LE DISPOSIZIONI LEGALI APPLICABILI.....	17
6	LÖSCHWASSERANLAGE	
6	IMPIANTO ANTINCENDIO	19
6.1	ERKUNDUNGSSTOLLEN	
6.1	CUNICOLO ESPLORATIVO	19
6.2	FENSTERSTOLLEN MAULS	
6.2	FINESTRA DI MULES	19
7	UMSETZUNG	
7	REALIZZAZIONE	21
7.1	MONTAGE DEFINITIVE ANLAGEN	
7.1	MONTAGGIO DEGLI IMPIANTI DEFINITIVI.....	21
7.2	SCHNITTSTELLEN	
7.2	INTERFACCE	21
8	VERZEICHNISSE	
8	ELENCHI.....	23
8.1	TABELLENVERZEICHNIS	
8.1	ELENCO DELLE TABELLE	23
8.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
8.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONE.....	23
8.3	ANHÄNGE	
8.3	ELENCO APPENDICI.....	23
8.4	REFERENZDOKUMENTE	
8.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	23
8.4.1	Eingangsdokumente	
8.4.1	Documenti in ingresso.....	23
8.4.1.1	Regelplanung	
8.4.1.1	Progettazione di Sistema	23
8.4.2	Normen und Richtlinien	
8.4.2	Normative e Linee Guida.....	23
8.4.3	Referenzberichte und Pläne	
8.4.3	Documenti e piani di riferimento.....	24
8.4.3.1	Definitive EM Anlagen	
8.4.3.1	EM definitivi.....	24
8.5	VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	
8.5	ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI	25

1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ausführungsprojekt der elektromechanischen Anlagen des Loses Mauls 2-3 konzentriert sich auf jene Anlagen, welche für die Bauphase des gesamten Tunnel- und Stollensystems, inklusive der Haupttunnel ab der Losgrenze Eisackquerung bis zur Staatsgrenze, erforderlich sind. Infolge ihres zeitlich begrenzten Einsatzes sind diese Anlagen provisorischer Natur, nach dem Bauende zum Rückbau bestimmt.

Im Leistungsverzeichnis des Loses Mauls 2 wird die Ausführungsplanung der folgenden elektromechanischen Anlagen des Erkundungsstollens gefordert:

- Beleuchtung
- Löschwasseranlage
- GSM Netz

Diese Anlagen hätten durch den Unternehmer des Loses Mauls 2 für den Bau des Loses Mauls 3 installiert werden müssen. Die Entscheidung des Bauherren die Lose Mauls 2 und Mauls 3 in ein einziges Los Mauls 2-3 zu vereinen und einem einzigen Unternehmer zu vergeben, hätte diesen Anlagen den Sinn entzogen. Im Verlauf der Projektierung wurde in Absprache mit dem Bauherrn beschlossen, dass der RTI die Verantwortung für die Projektierung der oben genannten elektromechanischen Anlagen des Erkundungsstollens für die Betriebsphase im Projekterimeter des Loses Mauls 2-3 übernehmen würde. Somit wurde dem Leistungsverzeichnis einen neuen Sinn und dem Projekt einen Mehrwert vermittelt. Darüber hinaus hat der Bauherr die Erweiterung der Projektierung der Anlagen des Fensterstollens Mauls bis zum Portal verlangt. Hiermit gibt der RTI nun ein Projekt ab, welches neben den provisorischen elektromechanischen Anlagen auch bleibenden Anlagen für die Betriebsphase des Basistunnels behandelt.

Es wurde entschieden, dass die bleibenden elektromechanischen Anlagen in den Haupttunnel unter die Kompetenz der Bahntechnik fallen werden.

Der vorliegende Bericht betrifft die definitiven elektromechanischen Anlagen im Fensterstollen und Erkundungsstollen ab 0.0+00 bis km 1.8+00 respektive km 10.4+54 bis km 27.2+17.

Der Fensterstollen ist ein rund 1.8 km langer Verbindungstunnel von Mauls bis zum Zugangstollen, zu den Hauptröhren und dem Erkundungsstollen. Zusammen mit dem Zugangstollen dient der Fensterstollen als Fluchtwegstollen nach draußen.

1 RIASSUNTO

Il progetto esecutivo degli impianti elettromeccanici del Lotto Mules 2-3 si focalizza su quelli previsti per la fase di costruzione dell'intero sistema di gallerie e cunicoli, incluse le gallerie di linea, dalla delimitazione del Lotto riguardante il sottoattraversamento del fiume Isarco fino al confine di Stato. Data la loro funzione limitata nel tempo, tali impianti sono necessariamente di natura provvisoria, destinati allo smantellamento a cantiere concluso.

Nel capitolato della prestazioni per la parte Mules 2 è richiesta la progettazione esecutiva delle seguenti dotazioni impiantistiche per quanto riguarda il cunicolo esplorativo:

- impianti di illuminazione
- rete idrica antincendio
- rete di telecomunicazione GSM

Questi impianti sarebbero dovuti essere installati dall'impresa di costruzione del lotto Mules 2 e messi a disposizione dell'impresa del lotto Mules 3 per il proprio cantiere. La decisione della committenza di unire i due Lotti Mules 2 e Mules 3 in un unico lotto Mules 2-3, con un'unica impresa esecutrice avrebbe tolto il significato alla progettazione di questi impianti. Nel corso della progettazione si è stabilito d'accordo con la committenza che il RTI si sarebbe assunto la responsabilità della progettazione degli impianti elettromeccanici sopraccitati del cunicolo esplorativo per la fase di esercizio nell'ambito del lotto Mules 2-3, dando di nuovo un senso al capitolato delle prestazioni ed un valore aggiunto al progetto. Inoltre la committenza ha richiesto l'estensione della progettazione di questi impianti anche per il Lotto Mules 1 fino al portale della finestra di Mules. Così facendo, il RTI consegna un progetto che, pur riguardando impianti elettromeccanici di natura provvisoria, contiene una parte qualificante che tratta di impianti definitivi per la fase di esercizio della Galleria di Base.

È stabilito che gli impianti elettromeccanici definitivi nelle gallerie di linea saranno di competenza della Tecnica Ferroviaria.

La presente relazione riguarda gli impianti elettromeccanici definitivi lungo la finestra di Mules, dal km 0.0+00 fino a km 1.8+00, e nel cunicolo esplorativo dal km 10.4+54 al km 27.2+17.

La finestra costituisce un cunicolo di collegamento, lungo circa 1.8 km, da Mules verso la galleria d'accesso, verso le gallerie di linea e verso il cunicolo esplorativo. Assieme alla galleria d'accesso, la finestra funge da via di fuga verso l'esterno.

Der Erkundungsstollen liegt in der Mitte unterhalb der beiden Hauptröhren und dient in erster Linie für die Abführung verschiedener Wasserqualitäten.

Für den Betrieb des Fenster- und des Erkundungsstollens ist eine minimale Lösung für die elektromechanischen Anlagen vorgesehen. Diese beschränkt sich auf die Beleuchtung, das GSM-Netz und die dazugehörigen elektrischen Leitungen für die Energieversorgung.

Im Erkundungsstollen sind weiterhin 2 Löschwasserstationen unter den Querverbindungen CT3 39/2 und 45/2 geplant. Im Fensterstollen hingegen, wurden die Anforderungen aus der Regelplanung übernommen und umgesetzt. Hier befinden sich Hydranten alle 300 Meter.

Für die Energieversorgung durch den 1.8 km und 16.7 km langen Fenster- und Erkundungsstollen ist ein 20 kV Mittelspannungsnetz vorgesehen. Für die Erschließung der Niederspannungsversorgung werden ca. alle 2 km in den Logistiknischen Transformatorstationen errichtet. Bei den Transformatorstationen (TS) Portal Mauls, TS ES 03 und TS ES 06, ist zusätzlich je ein Anschluss für die Pumpen der Löschwasseranlagen vorgesehen.

Il cunicolo esplorativo, situato nel centro al di sotto delle due canne principali, è utilizzato principalmente per il drenaggio delle acque.

Per l'esercizio della finestra e del cunicolo esplorativo è prevista una soluzione minima per quanto riguarda gli impianti. Questa è limitata all'illuminazione ed alla rete GSM con i relativi cablaggi elettrici per l'approvvigionamento d'energia.

Nel cunicolo esplorativo sono inoltre previste due installazioni antincendio sotto i cunicoli trasversali CT3 39/2 e 45/2. Viceversa, per quel che riguarda la finestra, si sono ripresi e sono stati applicati i requisiti del progetto di massima. In questo sono specificati idranti ogni 300 metri.

Per l'approvvigionamento energetico lungo i 1.8 km della finestra ed i 16.7 km del cunicolo è prevista una rete di corrente a media tensione di 20 kV. Per l'allacciamento all'alimentazione a bassa tensione, sono installate stazioni di trasformazione ogni 2 km nelle piazzole logistiche. Nelle stazioni di trasformazione (ST) presso il portale di Mules, ST ES 03 e ST ES 06 è da prevedersi in ciascuna un collegamento all'impianto antincendio.

2 EINLEITUNG

Dieser Bericht dokumentiert die Ausführungsplanung der elektromechanischen Anlagen in der Betriebsphase des Loses Muls 2-3 des Brenner Basistunnels. Er enthält die Anzahl, die Anordnung, die Leistung und alle Eigenschaften der Systeme und deren Komponenten, welche für die Kostenschätzung deren Einbaus erforderlich sind.

Dieser Bericht liefert insbesondere die allgemeinen Angaben über das Mittel- und Niederspannungsnetz, die Beleuchtung und Notbeleuchtung, die GSM-Anlage, sowie der Löschwasseranlage während der Betriebsphase. Dies betrifft die Anlagen des Erkundungstollens von der Staatsgrenze (AU/IT) bis und mit der Periadriatischen Naht inklusive Fensterstollen Muls. Nicht behandelt werden der bereits im Rahmen des Loses Aicha-Muls (ASBUILT) erstellten Anlagen des Erkundungstollens (vgl. Abbildung 1).

2 INTRODUZIONE

Scopo della presente relazione è di illustrare il progetto degli impianti elettromeccanici definitivi per il lotto Muls 2-3 della galleria di base del Brennero. Ciò include il numero, la disposizione, la potenza e tutte quelle caratteristiche che concorrono all'identificazione dei sistemi e delle loro componenti in vista della stima dei costi di installazione.

In particolare, la relazione fornisce i dati generali riguardanti la rete di corrente a media e bassa tensione, l'illuminazione normale e di emergenza, il sistema GSM e l'impianto antincendio utilizzati durante la fase di esercizio. Si tratta degli impianti nel cunicolo esplorativo dal confine di stato (AU/IT) alla linea periadriatica. Inoltre si progettano gli impianti definitivi della Finestra di Muls. Non sono oggetto della relazione gli impianti del cunicolo esplorativo già realizzati nell'ambito del lotto Aicha-Muls (ASBUILT) (cfr. Figura 1).

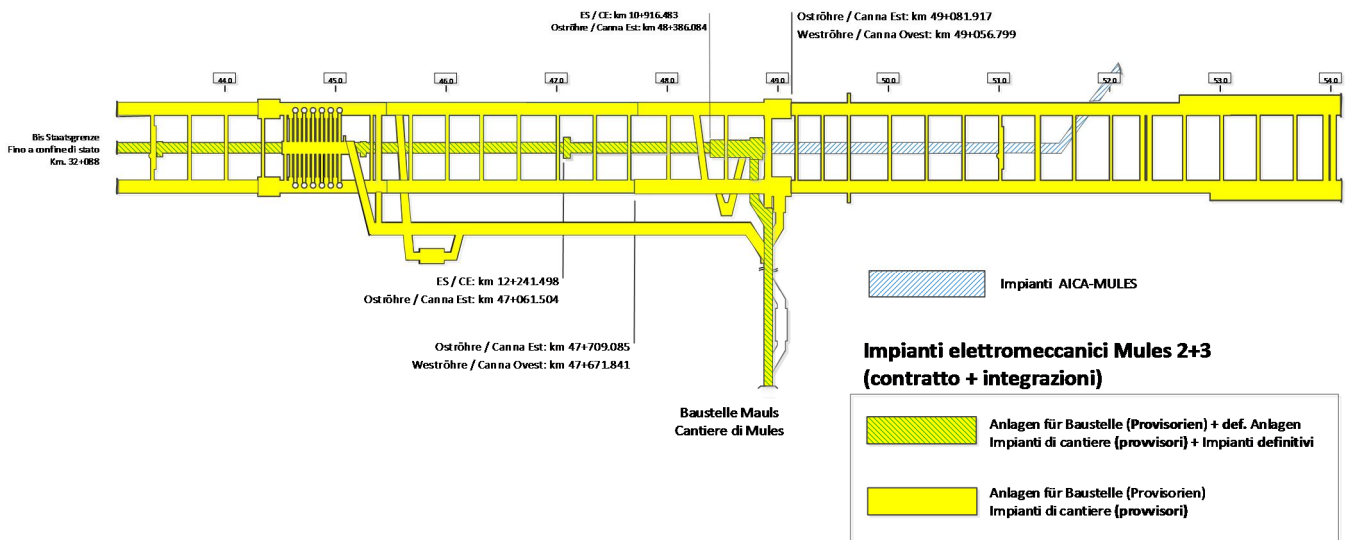


Abbildung 1: Gesamtübersicht des Loses

Figura 1: Vista sinottica del lotto

3 GRUNDLAGEN

3.1 RAHMENBEDINGUNGEN

Als Grundlage für die Projektierung der definitiven Anlagen im Fenster- und Erkundungsstollen dient das Dokument Projektanforderungen der Regelplanung [1].

3.2 RICHTLINIEN, GESETZTE UND NORMEN

Falls in den technischen Bestimmungen und in den weiteren Vertragsunterlagen nichts anderes bestimmt wird, gelten die jeweiligen einschlägigen Richtlinien, Normen und anderen technischen Bestimmungen in ihrer aktuellsten Fassung, wie z.B. IEC (International Electrotechnical Commission), CEI (Comitato elettrotecnico italiano), DIN (Deutsche Industrienorm), EN (Europäische Normen), usw.

Insbesondere wird gemäß den in Kapitel 8.4.2 aufgelisteten Normen geplant, gebaut und abgenommen.

4 BESCHREIBUNG DER ANLAGEN

4.1 ALLGEMEIN

Die Transformatorstationen werden jeweils in einem Container untergebracht in drei abgetrennten Räumen:

- MS-Schaltanlage
- Transformator
- NS-Schaltanlage

Der Container wird als Fertigbauweise realisiert (Layout Transformatorcabine, vgl. Pläne [9] und [16]).

4.2 MITTELSPANNUNG

4.2.1 Allgemein

Die MS-Anlage besteht aus einem Eingangs-, einem Ausgangs- und einem Transformatorfeld (einpoliges Schaltschema, vgl. Plan [6]).

Für die Eingangs- und Ausgangsfelder werden Leistungsschalter eingesetzt. Das Transformatorfeld wird mit einem Lastschalter und HS-Sicherung ausgestattet.

3 BASI

3.1 CONDIZIONI QUADRO

Il documento Requisiti di progetto della progettazione di sistema [1] serve come base per la progettazione degli impianti definitivi nel cunicolo esplorativo.

3.2 LINEE GUIDA, LEGGI E NORME

Nel caso in cui nelle specifiche tecniche e negli altri documenti contrattuali null'altro sia specificato, valgono le rispettive linee guida, leggi e norme specialistiche ed altre specifiche tecniche nella loro più recente edizione, come ad esempio IEC (International Electrotechnical Commission), CEI (Comitato elettrotecnico italiano), DIN (Deutsche Industrienorm), EN (norme dell'Unione Europea), ecc.

In particolare si useranno nella pianificazione le norme elencate nel capitolo 8.4.2.

4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

4.1 GENERALITÀ

Ciascuna delle stazioni di trasformazione è alloggiata in un contenitore costituito da tre camere separate:

- Quadro elettrico MT
- Trasformatore
- Quadro elettrico BT

Il contenitore è realizzato in prefabbricato (Disposizione cabine di trasformazione, cfr. tavole [9] e [16]).

4.2 MEDIA TENSIONE

4.2.1 Generalità

L'impianto MT è costituito da una zona d'ingresso, una di uscita e una di trasformazione (schema di distribuzione monofase, cfr. tavole [6]).

Per le zone di ingresso e di uscita vengono utilizzati gli interruttori di potenza. La zona di trasformazione è dotata di un interruttore di carico e di un fusibile AT.



Abbildung 2: MS-Leistungsschalterkombination (Beispiel)

Figura 2: Combinazione d'interruttori di potenza a media tensione (esempio)

4.2.2 Kenndaten

- Nennspannung U_N : 24 kV;
- Betriebsspannung U : 20 kV;
- Frequenz F : 50 Hz;
- Isolation gegen Erde: 50 kV;
- Abschaltvermögen (Kurzschlussstrom) Transformator im Leerlauf: 16 kA;
- Abschaltvermögen (Kurzschlussstrom) Kabel: 31.5 kA;
- Leitungswiderstand Z : 0.7 kV;
- Leiterquerschnitt A : 50 mm²;
- Leiterlänge l : 2000 m;
- Spannungsfaktor c : 1.1;
- Spez. Widerstand ρ : 0.0175 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

4.2.2 Specifiche

- Tensione di alimentazione U_N : 24 kV;
- Tensione d'esercizio U : 20 kV;
- Frequenza F : 50 Hz;
- Isolamento a terra: 50 kV;
- Potere d'interruzione (corrente di corto circuito), trasformatore a vuoto: 16 kA;
- Potere d'interruzione (corrente di corto circuito), cavi: 31.5 kA;
- Impedenza delle condotte Z : 0.7 kV;
- Sezione delle condotte A : 50 mm²;
- Lunghezza delle condotte l : 2000 m;
- Fattore di tensione c : 1.1;
- Resistenza specifica ρ : 0.0175 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

$$Z = \frac{\rho \times l}{A} = 0.7 \Omega; Ik3 = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z} = 18.15 \text{ kA}.$$

Da der maximale dreipolige Kurzschlussstrom das Abschaltvermögen von 31.5 kA nicht übersteigt, können diese Schalter verwendet werden.

Questi interruttori di potenza possono essere applicati, dato che la corrente tripolare di cortocircuito massima non supera il potere d'interruzione di 31.5 kA.

4.3 TRANSFORMATOR

4.3 TRASFORMATORE

4.3.1 Allgemein

Für die Transformation der Mittelspannung auf Niederspannung wird ein Giessharz-Trockentransformator eingesetzt.

4.3.1 Generalità

Per la trasformazione da media a bassa tensione viene utilizzato un trasformatore a secco con avvolgimenti incapsulati.



Abbildung 3: Giessharz-Trockentransformator (Beispiel)

Figura 3: Trasformatore a secco con avvolgimenti incapsulati (esempio)

4.3.2 Eigenschaften Transformator

- Nennleistung: 100 kVA;
- Primärspannung: 20 kV;
- Sekundärspannung: 3x400/ 230 V;
- Frequenz: 50 Hz;
- MS-Wicklungen unter Vakuum vergossen;
- Vorimprägnierte NS-Wicklungen;
- Isolationsklasse F;
- Vor Brandgefahr geschützt (selbstverlöschend);
- Unempfindlich gegen schwierige Umgebungsbedingungen;
- Beständigkeit gegen hohe Feuchtigkeit (>95%);
- Selbstkühlend / Natürliche Kühlung.

4.4 NIEDERSpannung

4.4.1 NS-Hauptverteilung

Der prinzipielle Aufbau der NS-Verteilung ist im Blockplan [7] dargestellt.

Die Energiegrenzen für die Versorgung im Erkundungsstollen ergeben sich aus den bauseits erstellten Logistikkischen im Abstand von max. 2 km. Beim Fensterstollen ergeben sich die Grenzen aus den für die Verteilung gesetzten Transformatorstationen. Der Energiebedarf pro Transformatorkabine ist in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

In den Transformatorstationen TS Portal Maults, TS ES 03 und TS ES 06 sind elektrische Anschlüsse für die

4.3.2 Caratteristiche del trasformatore

- Potenza nominale: 100 kVA;
- Tensione primaria: 20 kV;
- Tensione secondaria: 3x400/230 V;
- Frequenza: 50 Hz;
- Avvolgimenti MT realizzati sotto vuoto;
- Avvolgimenti BT preimpregnati;
- Classe di isolamento F;
- Protetto da pericoli di incendio (autoestinguento);
- Resistente riguardo a condizioni ambientali difficili;
- Resistente all'umidità elevata (>95%);
- Autoraffreddato / raffreddamento naturale.

4.4 BASSA TENSIONE

4.4.1 Distribuzione principale BT

La struttura di base della distribuzione BT è illustrata nello schema generale impianti [7].

I limiti di approvvigionamento energetico per l'alimentazione nel cunicolo esplorativo sono dettati dalla posizione delle piazzole logistiche nel cunicolo. Queste sono poste a una distanza massima di 2 km l'una dall'altra. Il fabbisogno energetico per ogni cabina di trasformazione è riassunto nella seguente Tabella 1.

Nelle stazioni di trasformazione ST portale Maults, ST CE 03 e ST CE 06 sono previsti allacciamenti elettrici alle pompe

Löschwasserpumpen vorgesehen. Bei der TS Portal Muls werden zwei redundante Pumpen mit einer Leistung von 16 kW installiert. Bei den Transformatorstationen TS ES 03 und TS ES 06 ist je eine Pumpe mit einer Leistung von 25 kW installiert, diese sind ebenfalls redundant zueinander. Genauere Angaben sind im Kapitel 6.1 und 6.2 beschrieben.

del sistema antincendio. Nella ST portale Mules saranno installate 2 pompe ridondanti con potenza di 16 kW. In ciascuna delle stazioni di trasformazione ST CE 03 e ST CE 06 è installata una pompa, ridondante rispetto all'altra, con potenza di 25 kW. Indicazioni più precise sono fornite nei capitoli 6.1 e 6.2.

Tabelle 1: Energiebedarf Fenster- und Erkundungsstollen

Tabella 1: Fabbisogno energetico del cunicolo esplorativo e finestra di Mules

Transformatorstation Stazione di trasformazione	Versorgungsabschnitt Sezione di alimentazione	Anlage Impianti	Leistung in W Potenza in W	Leistung Total in W Potenza totale in W
TS Muls	900 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM Pumpe / Pompe	6'480 250 16'000	22'730
TSES 01	1650 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	11'880 500	12'380
TSES 02	1500 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	10'800 250	11'050
TSES 03	2000 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM Pumpe / Pompe	14'400 250 25'000	39'650
TSES 04	2000 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	14'400 250	14'650
TSES 05	2000 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	14'400 250	14'650
TSES 06	2000 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM Pumpe / Pompe	14'400 250 25'000	39'650
TSES 07	2000 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	14'400 250	14'650
TSES 08	2000 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	14'400 250	14'650
TSES 09	2460 m	Licht / Illuminazione GSM / GSM	17'712 250	17'962
Total Energiebedarf Erkundungs- und Fensterstollen in W Fabbisogno energetico totale del cunicolo esplorativo e finestra di Mules in W				202'022



Abbildung 4: Kompaktleistungsschalter (Beispiel)

Figura 4: Interruttore di potenza compatto (esempio)

Die Elektroverteilkasten (QPL) für die Beleuchtung werden je einzeln ab der NS-HV gespeist. Als Hauptsicherung dient ein Leistungsschalter mit Überstromschutz von $I_N = 32 \text{ A}$ und einem Schaltvermögen von $I_{CU} = 25 \text{ kA}$.

I quadri protezione linea (QPL) dell'illuminazione sono alimentati ciascuno individualmente dal distributore principale BT. Come protezione principale viene utilizzato un interruttore di potenza con protezione da sovracorrente di $I_N = 32 \text{ A}$ e un potere di interruzione di $I_{CU} = 25 \text{ kA}$.



Abbildung 5: Leistungsschalter NS-HV (Beispiel)

Figura 5: Interruttore di potenza distributore principale BT (esempio)

Die GSM-Anlage wird direkt ab der NS-HV gespeist. Als Überstromschutz dient ein einpoliger Leitungsschutzschalter $I_N = 13 \text{ A}$ mit einem Schaltvermögen von $I_{CU} = 6 \text{ kA}$.

Il sistema GSM è alimentato direttamente dal distributore principale BT. Come protezione da sovracorrente viene utilizzato un interruttore di protezione di rete monofase di $I_N = 13 \text{ A}$ con un potere di interruzione di $I_{CU} = 6 \text{ kA}$.

Die Kabel-, Spannungsabfall- und Kurzschlussberechnungen sind ersichtlich im Anhang 1.

Il dimensionamento dei cavi ed il calcolo di caduta di tensione e di cortocircuito sono riportati nell'Allegato 1.

4.4.2 Beleuchtung

4.4.2 Illuminazione

4.4.2.1 Allgemein

4.4.2.1 Generalità

Die Beleuchtung vom Fenster- und Erkundungsstollen (vgl. Pläne [2] und [13]) wird alle 10 m unterseitig der Kabeltrasse montiert. Alle 100 m wird eine Sicherheitsleuchte mit Not-Akkumulator montiert. Die Leuchten werden mit Anschlussdosen an das Flachkabel angeschlossen (vgl. Abbildung 6).

Gli impianti di illuminazione della finestra e del cunicolo esplorativo (cfr. tavole [2] e [13]) sono montati ogni 10 m sul lato inferiore della canalina portacavi. Una luce di sicurezza con batteria d'emergenza è montata ogni 100 m. Le luci sono collegate al cavo piatto tramite apposite prese (cfr. Figura 6).

Die Feinverteilung erfolgt mittels einem $5 \times 16 \text{ mm}^2$ Flachkabel ab dem Elektroverteilkasten (QPL) jeweils 250 m nach rechts und links des Verteilers.

La distribuzione finale avviene con un cavo piatto di $5 \times 16 \text{ mm}^2$ dal quadro protezione linea (QPL) ogni 250 m a destra e a sinistra del distributore.

Geschaltet werden die Leuchten abschnittsweise mit Schrittschaltern (Energieversorgungsabschnitt, siehe Plan [5]). Für die Bedienung werden 3 Handtaster pro Abschnitt installiert.

Il comando delle luci è effettuato da tratta a tratta con interruttori passo-passo (sezione di alimentazione, vedere tavola [5]). Per il comando sono installati 3 pulsanti manuali per ogni sezione.



Abbildung 6: Anschlussdose für Flachkabel

Figura 6: Presa per cavo piatto

4.4.2.2 Elektroverteilkasten (QPL)

Der Elektroverteilkasten (QPL) besteht aus einem Apparategehäuse, glasfaserverstärkt, schlagfest und flammwidrig mit einem transparenten allseitig geschlossenen Deckel.

Als Hauptsicherung dient ein 3 poliger Leitungsschutzschalter 20 A, Auslösecharakteristik C, mit einem Schaltvermögen von 6 kA.

Die Feinverteilung für die Beleuchtung wird pro Gruppe mit einem 3 poligen LS 13 A, Auslösecharakteristik C und einem Nennschaltvermögen von 6 kA abgesichert. Für den Fehlerstrom-, Personen- und Brandschutz wird ein 3 poliger Fehlerstromschutzschalter vorgeschaltet.

Die Kabel-, Spannungsabfall- und Kurzschlussberechnungen sind ersichtlich im Anhang 1.

4.4.2.3 Leuchten

Die Leuchten und die Sicherheitsleuchten sind Nassraumleuchten 2 x 36 W / IP65 mit elektronischem Vorschaltgerät. Die Sicherheitsleuchten sind mit einem Not-Akkumulator ausgerüstet. Bei einem Stromunterbruch sind sie auf eine Autonomiezeit von 60 Minuten ausgelegt.

Beide Beleuchtungen haben ein Gehäuse aus selbstlöschendem Polycarbonat und einen transparenten Diffusor. Die Nennspannung beträgt 230 V.

4.4.2.4 Steuerung

Die Beleuchtung kann jeweils an den Energiegrenzen und bei der Transformatorstation ein- und ausgeschaltet werden. Dies ermöglicht abschnittsweise eine einfache Steuerung der Beleuchtung. Die Taster werden bedingt durch die langen Distanzen (bis zu 1'460 m) mit einem 2 x 6 mm² Kabel angeschlossen. Damit ist gewährleistet, dass die Spule ihren Betriebsbereich von 5 W zu schalten vermag.

Die Taster sind Aufputz-Nass-Drucktaster mit Orientierungsleuchte LED und Schutzart IP65.

4.5 GSM-ANLAGE

4.5.1 Allgemein

Diese Anlage dient dazu, die Funkversorgung mittels GSM-Systems (900 MHz) innerhalb des Stollens zu gewährleisten (GSM-Anlage, vgl. Pläne [8] und [14]).

Folgende Grundelemente sind hinsichtlich der Dimensionierung und Entwicklung der Anlage zu beachten:

- ein Ausstrahlsystem mit Antenne;
- Anwendung der optischen Faser zur Verbindung

4.4.2.2 Quadro protezione linea (QPL)

Il quadro protezione linea (QPL) è costituito da un alloggiamento, resistente agli urti e alle fiamme con un coperchio trasparente chiuso su tutti i lati.

Un interruttore di protezione di rete trifase di 20 A viene utilizzato come protezione principale, con curva caratteristica di intervento C e potere di interruzione di 6 kA.

La distribuzione finale di ogni gruppo di illuminazione è protetta con un interruttore di potenza di 13 A trifase, con curva caratteristica di intervento C e potere di interruzione nominale di 6 kA. Un interruttore di protezione da correnti residue trifase viene installato a monte delle utenze per la protezione delle persone e contro gli incendi.

Il dimensionamento dei cavi ed il calcolo di caduta di tensione e di cortocircuito sono riportati nell'Allegato 1.

4.4.2.3 Luci

Le luci, incluse quelle di sicurezza, sono idonee per ambienti umidi di 2 x 36 W / IP65 con reattore elettronico. Le luci di sicurezza sono dotate di una batteria di emergenza in grado di garantirne un'autonomia di 60 minuti in caso di interruzione di corrente.

Entrambe le luci hanno un alloggiamento in policarbonato autoestinguente e sono dotate di diffusore è trasparente. La tensione nominale è di 230 V.

4.4.2.4 Controllo-Comando

L'illuminazione può essere accesa e spenta sia ai limiti dell'approvvigionamento energetico che presso la stazione di trasformazione. Questo permette una semplice gestione dell'illuminazione da una tratta all'altra. A causa delle lunghe distanze (fino a 1'460 m), i pulsanti sono collegati tramite un cavo di 2 x 6 mm². Questo garantisce il funzionamento della bobina in un campo operativo di 5 W.

I pulsanti sono previsti per ambienti umidi montati a parete con una luce di orientamento a LED e classe di protezione IP65.

4.5 IMPIANTO GSM

4.5.1 Generalità

Questo sistema è utilizzato per assicurare la copertura radio tramite il sistema GSM (900 MHz) all'interno del cunicolo (sistema GSM, cfr. tavole [8] e [14]).

Per il dimensionamento e lo sviluppo del sistema sono da prevedere le caratteristiche seguenti:

- Sistema di emissione con antenna;
- Utilizzo della fibra ottica per il collegamento dei vari

der verschiedenen Elemente;

- bestimmte Funkversorgungsziele, „handover failure“ oder andere Qualitätsparameter brauchen nicht garantiert zu werden;
- die Erweiterung wird nur das 900 MHz-System betreffen;
- in dieser Gegend (Bozen) gibt es nur zwei 900 MHz-Betreiber;
- die Anlage verfügt über kein Kontrollsystem.
- Die Anlage darf die in der Richtlinie 2013/35/UE festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten.

Die Anlage besteht aus:

- Kopfstation/Verstärker: das Gerät, welches das in der Luft schwebende Signal mittels einer Antenne abfängt, verstärkt und in die zu versorgende Gegend strahlt.
- Fernempfangseinheit: das Gerät, welches das aus der Kopfstation ankommende Signal mittels eines auf optischer Faser gestützten Verteilungssystems empfängt. Das Signal wird in Funkfrequenz umgewandelt und in die zu versorgende Gegend gestrahlt. Die Anlage benötigt mind. 9 im Erkundungsstollen von einer Kopfstation gesteuerte Fernempfangseinheiten. Im Fensterstollen wird 2 benötigt. Für jede Einheit sind 2 optische Fasern vorgesehen.
- Geberantenne/Anschlußantenne: Antenne, die als Schnittstelle mit dem Sender des Betreibers dient.
- Versorgungsantenne: Antenne, die innerhalb des Stollens in der Gegend installiert ist, die man versorgen will.

4.6 KABEL

Alle in dieser Anlage eingesetzten Kabel und Leitungen müssen von bester Qualität sein, den CEI Herstellervorschriften und den UNEL Bemessungsvorschriften entsprechen sowie das italienische Qualitätszeichen aufweisen.

4.6.1 Mittelspannungskabel

Das Mittelspannungskabel wird so bemessen, dass der Wert von 3% Spannungsabfall nicht überschritten wird.

Bei maximaler Last von 11 x 100 kVA, einer Tunnelgesamtlänge von 19 km (Platz Muls bis zur Staatsgrenze dem Erkundungsstollen entlang) und einem Kabelquerschnitt von 50 mm² ergibt das ein Spannungsabfall von 2.5%.

elementi;

- Certe destinazioni di copertura radio, “handover failure”, o altri parametri di qualità non devono essere garantiti;
- L'estensione interesserà solamente il sistema di 900 MHz;
- In questa zona (Bolzano) esistono solo due utenze di 900 MHz;
- Il sistema non dispone di alcun sistema di controllo.
- Il sistema deve essere conforme alla direttiva 2013/35/UE.

Il sistema è costituito da:

- Stazione principale/amplificatore: il dispositivo che intercetta e amplifica il segnale trasmesso via etere tramite un'antenna e lo emette nella zona di copertura.
- Unità di ricezione remota: il dispositivo che riceve il segnale proveniente dalla stazione principale tramite un sistema di distribuzione basato su fibra ottica. Il segnale viene convertito in frequenze radio ed emesso nella zona di copertura. Per il cunicolo esplorativo, il sistema richiede almeno 9 unità di ricezione remota controllate da una stazione principale. Per la finestra 2 unità è sufficiente. Sono previste 2 fibre ottiche per ogni unità.
- Antenna trasmittente/antenna di collegamento: Antenna che serve da interfaccia con il trasmettitore dell'operatore.
- Antenna di copertura: Antenna che è installata all'interno del cunicolo nella zona che si desidera coprire.

4.6 CAVI

Tutti i cavi e le condotte elettriche installate in questo impianto devono essere della migliore qualità, conformemente alle prescrizioni del produttore determinate dal CEI e alle disposizioni di misurazione determinate dall'UNEL e devono portare il marchio di qualità italiano.

4.6.1 Cavi di media tensione

Il cavo di media tensione è dimensionato in modo tale che la massima caduta di tensione non superi il 3%.

Con un carico massimo di 9 x 100 kVA, una lunghezza totale della galleria di 19 km (da Muls fino al confine di stato, lungo il cunicolo esplorativo) e una sezione del cavo di 50 mm² risulta una caduta di tensione di 2.5%

$$\Delta U = \frac{\delta \times L \times \sqrt{3} \times I \times \cos(\phi)}{A} = 506.8 \text{ V} = 2.5\%$$

$$\Delta U = \frac{\delta \times L \times \sqrt{3} \times I \times \cos(\phi)}{A} = 506.8 \text{ V} = 2.5\%$$



Abbildung 7: MS-Kabel (Beispiel)

Die Kabel sind wie folgt aufgebaut:

- 3-Leiter-Polymerkabel 20 / 12 kV;
- Kupferleiter, verseilt;
- Innere Halbleiterschicht, vernetzt;
- Isolation aus XLPE, vernetzt;
- Äußere Halbleiterschicht, vernetzt, fest verschweißt;
- Quellband halbleitend;
- Abschirmung aus Kupferdrähten mit Kupferwendel;
- Quellband isolierend;
- Außenmantel aus PE, halogenfrei.

4.6.2 Niederspannungskabel

Die Querschnitte der Niederspannungskabel wurden, unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls < 3%, im Anhang 1 berechnet.

Zusätzlich sind folgende Angaben zwingend zu erfüllen:

- Halogenfrei;
- Isolierung aus doppelschichtigem Spezial-PVC;
- Nicht brandfortpflanzend (Norm CEI 20-22-II);
- Nicht flammfortpflanzend (Norm CEI 20-35).

Figura 7: Cavo MT (esempio)

I cablaggi sono costituiti come segue:

- Cavo di polimero a 3 conduttori 20 / 12 kV;
- Conduttore di rame, avvolto a trefolo;
- Strato interno a semiconduttori, reticolato;
- Isolamento in XLPE, reticolato;
- Strato esterno di semiconduttori, reticolato, saldato;
- Nastro ad espansione semiconduttivo;
- Schermatura in fili di rame con spirale di rame;
- Nastro ad espansione isolante;
- Guaina esterna in PE, senza alogeni

4.6.2 Cavi di bassa tensione

Le sezioni dei cavi di bassa tensione sono state determinate considerando una caduta di tensione massima del 3%, come mostrato nell'Allegato 1.

Inoltre, è imperativo soddisfare i seguenti requisiti:

- Assenza di alogeni;
- Isolamento in PVC speciale a doppio strato;
- Inibizione della propagazione dell'incendio (norma CEI 20-22 II);
- Inibizione della propagazione verticale delle fiamme (norma CEI 20-35).

4.7 KABELTRASSE

Für die Kabelverlegung wird auf die ganze Länge des Fenster- und Erkundungsstollens ein Kabeltragsystem montiert. Es werden drei Multibahnen an der Deckenstütze befestigt.

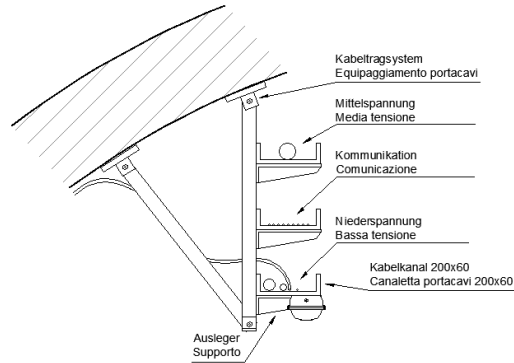


Abbildung 8: Kabeltragsystem

Das Tragsystem, Stützen und Ausleger sind aus rostfreiem Stahl oder Stahl galvanisch verzinkt für korrosive Umgebungen. Die Multibahnen sind Tauchfeuerverzinkt.

Die Deckenstützen werden im Abstand von 2 m am Gewölbe montiert. Im Bereich der Logistknischen sind Anpassungen in der Höhenlage vorzunehmen (vgl. Plan [10], Detail C).

4.7 CANALINA PORTACAVI

Per la posa di cavi, un sistema di supporto dei cavi è montato sull'intera lunghezza del cunicolo esplorativo. Tre canaline multiple vengono fissate al supporto del soffitto.

Figura 8: Sistema di supporto dei cavi

Il sistema di supporto dei cavi, le staffe e i supporti sono in acciaio inox o in acciaio a zincatura elettrolitica per ambienti corrosivi. Le canaline multiple sono zincate per immersione a caldo.

I supporti del soffitto sono montati alla volta a una distanza di 2 m. Nell'area delle piazzole logistiche devono essere effettuati adattamenti nell'altezza (cfr. tavola [10], dettaglio C).

5 ERDUNGSANLAGE

5.1 ERRICHTUNG DER ERDUNGSANLAGE

Aufgrund der Gegebenheiten des Tunnels und um alle Normen und Richtlinien berücksichtigen zu können, ist eine Lösung zu realisieren, welche die Verbindung jeglicher metallischer Konstruktionen innerhalb des Tunnels mit der Bahnerdung ermöglicht.

Der Abstand der Anlagen in den Hauptröhren, Querschlägen und Erkundungsstollen legt die Errichtung einer gemeinsamen Erdungsanlagen nahe, da zwei getrennte Erdungssysteme sich aufgrund ihrer Nähe zueinander gegenseitig beeinflussen würden. Dies wurde auch in der Regelplanung vorgesehen (vgl. Bericht [1]).

Die Erdungsanlage des Erkundungsstollens wird bei den Querschlägen mit der Erdungsanlage in den Hauptröhren verbunden.

Der Erkundungsstollen ist mit dem Basistunnel durch Schächte auf der Höhe der Querschläge Typ 2 verbunden. Durch diesen Schacht können auch elektrische Verbindungen verlaufen. Diese Verbindungen werden von der Bahntechnik erstellt.

An den Fugen zwischen den verschiedenen Teilen der Bewehrung müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit keine Potentialunterschiede entstehen können.

Als Anschlusspunkte für eine dauerhafte Verbindung zur Fundamenterdung dienen eingelegte Erdfestpunkte (vgl. Abbildung 9).

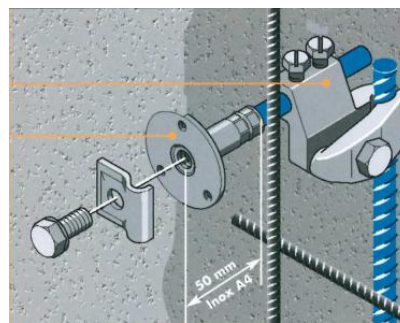


Abbildung 9: Erdfestpunkte

5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

5.1 REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DI MESSA A TERRA

Sulla base delle caratteristiche delle gallerie e per tener in debito conto di tutte le norme e linee guida, deve essere realizzata una soluzione che contempli il collegamento di tutti gli elementi metallici all'interno delle gallerie con il sistema di messa a terra dei binari.

La distanza fra questa e gli impianti nelle gallerie di linea, nei cunicoli trasversali e nel cunicolo esplorativo consiglia la realizzazione di un sistema di messa a terra comune, dato che, a causa della loro prossimità, due sistemi separati di messa a terra si influenzerebbero vicendevolmente. Questo è stato previsto anche nella progettazione di sistema (cfr. relazione [1]).

L'impianto di messa a terra del cunicolo esplorativo viene collegato all'impianto di messa a terra delle gallerie di linea in corrispondenza dei cunicoli trasversali.

Il cunicolo esplorativo è collegato con le gallerie di linea tramite pozzi in corrispondenza dei cunicoli trasversali di tipo 2. Attraverso questi pozzi possono essere fatti passare anche i collegamenti elettrici. Questi collegamenti verrà effettuato dalla tecnica ferroviaria.

Presso le connessioni fra parti diverse dell'armatura devono essere prese misure che prevengano l'insorgere di differenze di potenziale.

Come punti di collegamento duraturo di messa a terra delle armature ci si serve di punti fissi inseriti nel calcestruzzo (cfr. Figura 9).

Figura 9: Punti fissi di messa a terra

Zusätzlich wird ein Kupferseil 120 mm² über die ganze Länge des Erkundungsstollens im Kabelkanal am Gewölbe verlegt. Dieser ist alle 100 m mittels Kontaktklemme mit den Erdfestpunkten verbunden (vgl. Abbildung 10).

Inoltre un cavo di rame di 120 mm² è posato sull'intera lunghezza del cunicolo esplorativo nella canaletta portacavi presso la volta. Questo è collegato ogni 100 m con morsetti di terra a una presa di terra nella soletta (cfr. Figura 10).

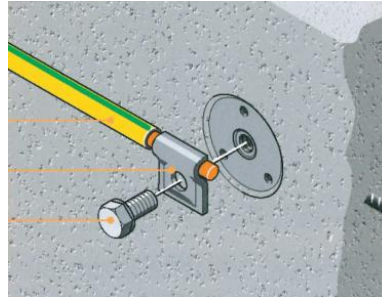


Abbildung 10: Verbindung Haupterdeleiter mit Erdfestpunkt

Figura 10: Connessione fra cavo di messa a terra principale e punto fisso di messa a terra

Bei den jeweiligen Transformatorkabinen TS Portal Mauls und TS ES 01-TS ES 09 wird um die Kabine ein Ringerder mit Flachkuper 40 x 3 mm verlegt (Transformatorkabine Erdungskonzept, vgl. Plan [11]). Dieser wird mit den zwei Potentialausgleichsschienen (PA) im Container verbunden, die wiederum mit dem Kupferseil im Kanal verbunden sind.

Intorno a ciascuna stazione di trasformazione: ST portale Mulese ST EC 01-09 viene posato un collegamento circolare di terra con cavo piatto in rame di 40 x 3 mm (concetto di messa a terra della cabina di trasformazione, cfr. tavola [11]). Questo è collegato con i due collettori di terra (PA) nel contenitore, a loro volta collegati al cavo di rame nel canale.

An die PA werden alle metallischen Teile der Kabine, der Sternpunkt und das Gehäuse des Transformators, Anschlusspunkte der MS- und NS-Anlagen und die MS-Kabelabschirmung angeschlossen.

Tutte le parti metalliche della stazione di trasformazione, il punto a stella, l'alloggiamento dei trasformatori, i punti di collegamento degli impianti MT e BT e la schermatura del cavo MT sono collegati ai collettori di terra (PA).

Als zusätzlicher Schutz sind zwei Staberder pro Transformator vorgesehen.

Come protezione aggiuntiva sono previsti due aste di adduzione per ogni trasformatore.

5.2 PRÜFUNG GEMÄSS DER ANWENDBAREN GESETZLICHEN BESTIMMUNGEN

5.2 VERIFICA SECONDO LE DISPOSIZIONI LEGALI APPLICABILI

Im Allgemeinen gilt für elektrische Anlagen mit einer Spannung von über 1'000 V Wechselstrom die Norm EN 50522 als Bezugsnorm für Erdungsanlagen, während die Norm EN 61936-1 für allgemeine Vorgaben und EN 50122.1 für Berechnungsmethoden gilt.

In generale per impianti elettrici con alimentazione superiore a 1'000 V in corrente alternata vale la norma EN 50522 come riferimento per gli impianti di messa a terra, mentre le norme EN 61936-1 e EN 50122-1 valgono rispettivamente per direttive generali e per metodi di calcolo.

Die Norm EN 50522 gibt für Schutzmaßnahmen innerhalb von 5 Sekunden folgende Formel für die Ermittlung des Querschnittes des Erdungsleiters vor:

Per misure di protezione entro 5 secondi, la norma EN 50522 fornisce la seguente formula per il calcolo della sezione del conduttore di terra:

$$A = \frac{\sqrt{I_{K1}^2 * T_f}}{K} = \frac{\sqrt{25 \text{ kA}^2 * 1 \text{ sec}}}{226} = 110.62 \text{ mm}^2 .$$

$$A = \frac{\sqrt{I_{K1}^2 * T_f}}{K} = \frac{\sqrt{25 \text{ kA}^2 * 1 \text{ sec}}}{226} = 110.62 \text{ mm}^2 .$$

Für eine theoretische Berechnung des Erdkabels sind folgende Annahmen getroffen worden:

Per il calcolo teorico del cavo di messa a terra si sono fatte le seguenti ipotesi:

- I_{K1} : Erdkurzschlussstrom, der auf einer idealen Kupferverbindung basiert. Das heißt, es gibt keine Verbindungs-, Korrosions- und Schmutzwiderstände. Berücksichtigt wird lediglich der

- I_{K1} : corrente di corto circuito a terra, basata su di un conduttore in rame ideale. Ciò significa che non si considerano impedenze dovute alle connessioni, alla corrosione ed alla sporcizia, bensì la pura

Kupferwiderstand des MS-Kabels,

$$I_{K1} = \frac{U}{R_L} = 25 \text{ kA};$$

- Tf : Reaktionszeit der elektrischen Sicherungen: $Tf = 1$ Sekunde;
- θ_i : Umgebungstemperatur: $\theta_i = 30^\circ\text{C}$;
- θ_f : Endtemperatur: $\theta_f = 300^\circ\text{C}$;
- $K = 226 [\text{A}\cdot\text{s}^{0.5}/\text{mm}^2]$ bei Kupfer;
- R_L : Leiterwiderstand, $R_L = \frac{\sigma \cdot l}{A} = 0.8 \Omega$.

Der gewählte Haupterdleiter mit einem Querschnitt von 120 mm^2 erfüllt voll und ganz die oben genannten Bedingungen.

Impedenza del rame dei cavi a media tensione,

$$I_{K1} = \frac{U}{R_L} = 25 \text{ kA};$$

- Tf : tempo di reazione degli interruttori di sicurezza: $Tf = 1$ secondo;
- θ_i : temperatura dell'ambiente: $\theta_i = 30^\circ\text{C}$;
- θ_f : temperatura finale: $\theta_f = 300^\circ\text{C}$;
- $K = 226 [\text{A}\cdot\text{s}^{0.5}/\text{mm}^2]$ per il rame;
- R_L : impedenza del conduttore, $R_L = \frac{\sigma \cdot l}{A} = 0.8 \Omega$.

Il cavo principale di messa a terra, con una sezione di 120 mm^2 , soddisfa in pieno i requisiti sopra citati.

6 LÖSCHWASSERANLAGE

6.1 ERKUNDUNGSSTOLLEN

Bei der Regelplanung des Brenner Basistunnels wurde eine Löschwasseranlage für die Haupttunnel, im Verbindungstunnel im Bereich der Umfahrung Innsbruck und im Bereich des Rettungsstollens Tulfes vorgesehen. Es wurde keine Löschwasseranlage für den Erkundungsstollen in der Regelplanung vorgesehen.

Der Erkundungsstollen wird während der Betriebsphase als Stollen zur Entwässerung des Wassers verwendet, wobei ein minimales Brandrisiko besteht. Demnach wurde eine, diesem reduzierten Risiko angemessene, Löschwasseranlage projektiert.

Die Löschwasseranlage nutzt die für die Haupttunnel geplante Anlage und verfügt über ein Wasseraugrohr, welches die Löschwasserbecken der Querverbindungen CT3 39/2 und 45/2 mit der direkt unterhalb des jeweiligen CT3s gelegenen Nische im Erkundungsstollen verbindet.

In den Nischen ist ein doppelter Anschluss mit Storz-Kupplung vorgesehen, mit dem ein mobiles Tankfahrzeug befüllt oder an dem ein Hydrant angeschlossen werden kann. Um die Befüllung des genannten Fahrzeugs zu beschleunigen, sind zwei redundante Pumpen in der Nische im Erkundungsstollen vorgesehen. Neben der Kupplung wird ein Löschwasserschlauch montiert.

Ein Blockplan und die Detailpläne der Nischen im Erkundungsstollen in der Nähe der CT3, sind in den Plänen [3] und [4] dargestellt.

Eigenschaften der Anlage im Erkundungsstollen sind:

- Hydranten mit 2 Storz-Kupplungen mit Verstellrad in der Nische des Erkundungsstollens. Eine Storz-Kupplung ist mit einem Hydranten (DN80) mit 50 m langem Löschwasserschlauch verbunden.
- Das mit einem Wasseraugrohr ausgestattete DN190 Rohr (PN6) verbindet das Löschwasserbecken im CT3 mit den Pumpen in der Nische durch den im CT3 vorgesehenen Rohrschacht.
- Pumpen: 2 Pumpen, je mit Druckerhöhung 5 bar, Förderleistung 3'000 l/min, elektrische Leistung 25 KW in redundante Ausführung. Die Pumpen werden von den Anlagen des Erkundungsstollens versorgt.

6.2 FENSTERSTOLLEN MAULS

Der Fensterstollen Mauls stellt im Betrieb ein Flucht- und Rettungsweg dar. Die Projektierung der

6 IMPIANTO ANTINCENDIO

6.1 CUNICOLO ESPLORATIVO

Nella Progettazione di Sistema della Galleria di Base del Brennero è stato definito un impianto antincendio per le gallerie di linea, per la galleria di collegamento nella zona della circonvallazione di Innsbruck e nella zona del cunicolo di soccorso Tulfes. Non viene citato l'impianto antincendio del cunicolo esplorativo.

Nella fase d'esercizio il cunicolo esplorativo sarà usato come cunicolo di drenaggio, in cui sussiste un rischio d'incendio minimo. Di conseguenza si è progettato un impianto antincendio consono a questo rischio ridotto.

Il sistema antincendio del cunicolo esplorativo utilizza l'impianto progettato per le gallerie di linea. Esso prevede un tubo di pescaggio dell'acqua che collega le vasche antincendio dei cunicoli CT3 - 39/2 e 45/2 alle nicchie nel cunicolo esplorativo poste direttamente al di sotto dei rispettivi CT3.

Nelle nicchie è previsto un doppio raccordo Storz, che permette il riempimento del veicolo-cisterna o l'allacciamento diretto di un idrante. Per accelerare il riempimento di tale veicolo sono previste due pompe ridondanti ubicate nella nicchia nel cunicolo esplorativo. Accanto al raccordo sarà installata una manichetta antincendio.

Uno schema a blocchi e i piani di dettaglio delle nicchie del cunicolo esplorativo nei pressi dei CT3 sono riportati nelle tavole [3] e [4].

Caratteristiche del sistema nel cunicolo esplorativo:

- Idrante nella nicchia del cunicolo esplorativo dotato di 2 raccordi Storz con regolatore a ruota. Un raccordo Storz è collegato a un idrante antincendio (DN80) con manichetta di 50metri.
- Tubo DN 190 (PN6) dotato di tubo di pescaggio dell'acqua nella vasca antincendio nei CT3, che collega la vasca con le pompe nella nicchia attraverso il pozzetto per tubi previsto nei CT3.
- Pompe: 2 x (ridondanti) DP 5 bar, portata 3000 l/min, potenza elettrica 25 kW. Le pompe sono alimentate a partire dagli impianti del cunicolo esplorativo.

6.2 FINESTRA DI MULES

La finestra di Mules rappresenta, durante l'esercizio, una via di soccorso e fuga. La progettazione del sistema antincendio di

Löschwasseranlage dieses Stollens stützt sich auf den in der Regelplanung gestellten Anforderungen, welche im Bereich des Rettungsstollens Tulfes umgesetzt wurden.

Entsprechend der Löschwasseranlage dieses Stollens, werden im Fensterstollen MauIs alle 300 m Löschwasserhydranten (Länge 150 m) vorgesehen. Die Wasserversorgung dieser Hydranten wird durch eine DN150 Wasserleitung (streckenweise PN16 oder PN25) mit schwer entflammaren Eigenschaften sichergestellt. Das Wasser stammt aus dem Reservoir in der Nähe des Portals MauIs, welches für die Baukühlung errichtet wurde (670 m³).

Die Löschwasseranlage des Fensterstollens MauIs bedarf außerdem zwei redundanter Pumpen, welche in der Nähe des Wasserreservoirs installiert werden und den nötigen Förderdruck aufbauen (min. 6.5 bar).

Ein Blockschema der Anlage des Fensterstollens ist im Plan [15] dargestellt.

Eigenschaften der Anlage im Fensterstollen MauIs:

- Löschwasserhydranten (DN80) alle 300 m, Schlauchlänge 150 m, über die ganze Länge des Fensterstollens, inkl. Ast A. Zwischen Abzweig von der Löschwasserleitung und Hydrant wird ein Druckreduzierventil geschaltet, welches niederdruckseitig maximal 6 bar zulässt.
- Rohrleitung DN150, bis 800 m ab Portal PN16, danach PN25, welche die Hydranten mit Löschwasser versorgt und das Wasserreservoir in der Nähe des Portals des Fensterstollens mit den Pumpen verbindet. Diese muss mit einem Heizdraht und Isolierung gegen Gefrieren geschützt werden.
- 2 Pumpen, je mit Druckerhöhung 6.5 bar, Förderleistung 1'200 l/min, elektrische Leistung 16 KW, redundante Ausführung.

Questo cunicolo si basa sui requisiti espressi nella Progettazione di Sistema ed applicati nella zona del cunicolo di soccorso Tulfes.

In linea con l'impianto antincendio di questo cunicolo nella finestra di Mules è prevista l'installazione di idranti antincendio (manichetta di 150 m) ogni 300 m. L'apporto d'acqua verso questi idranti avviene attraverso un tubo DN150 (a tratti PN16 o PN25), con caratteristiche non-infiammabili. L'acqua può essere attinta dal bacino presso il portale di Mules previsto per l'acqua di raffreddamento durante la fase di costruzione (670 m³).

L'impianto antincendio della finestra di Mules necessita inoltre di 2 pompe ridondanti, installate nelle vicinanze del bacino e che sviluppano il carico di pressione necessario (min. 6.5 bar).

Uno schema a blocchi dell'impianto della finestra è riportato nella tavola [15].

Caratteristiche del sistema nella finestra di Mules:

- Idranti antincendio (DN80) sull'intera lunghezza della finestra di Mules, incluso il ramo A, ogni 300 m, con manichetta di 150 m. All'innesto dell'idrante sulla condotta antincendio sarà installato un riduttore di pressione che regolerà la massima pressione a valle a 6 bar.
- Tubo DN150, di classe PN16 fino ad 800 m dal portale, dopodiché di classe PN25, per l'apporto d'acqua agli idranti e per il collegamento del serbatoio presso il portale con le pompe. Il tubo deve essere equipaggiato con un isolamento ed una resistenza elettrica per prevenire il pericolo di congelamento dell'acqua,
- Pompe: 2 x (ridondanti) con carico di pressione min. DP 6.5 bar, portata 1'200 l/min e potenza elettrica di 16 kW.

7 UMSETZUNG

7.1 MONTAGE DEFINITIVE ANLAGEN

Die Montage der definitiven Anlagen im Erkundungsstollen beginnt nach dem Rückbau der TBM und erfolgt gleichzeitig zum Rückbau der Bauprovisorien (Lutten, Förderband, usw.). Die definitiven elektrischen Anlagen werden in Abschnitten von 1 Kilometer (Versorgungsabschnitt, vgl. Blockplan [5]) von der Staatsgrenze in Richtung Fußpunkt Mauls parallel zu den provisorischen Anlagen aufgebaut (Abbildung 11). Sobald ein Abschnitt fertig installiert und in Betrieb gesetzt wurde, kann der provisorische Teil in diesem Abschnitt abgebrochen werden.

Die Montage der definitiven Anlagen im Fensterstollen kann erst beginnen, wenn der Innenausbau inkl. Zwischendecke des Fensterstollens Mauls fertiggestellt und abgeschlossen ist (Abbildung 11).

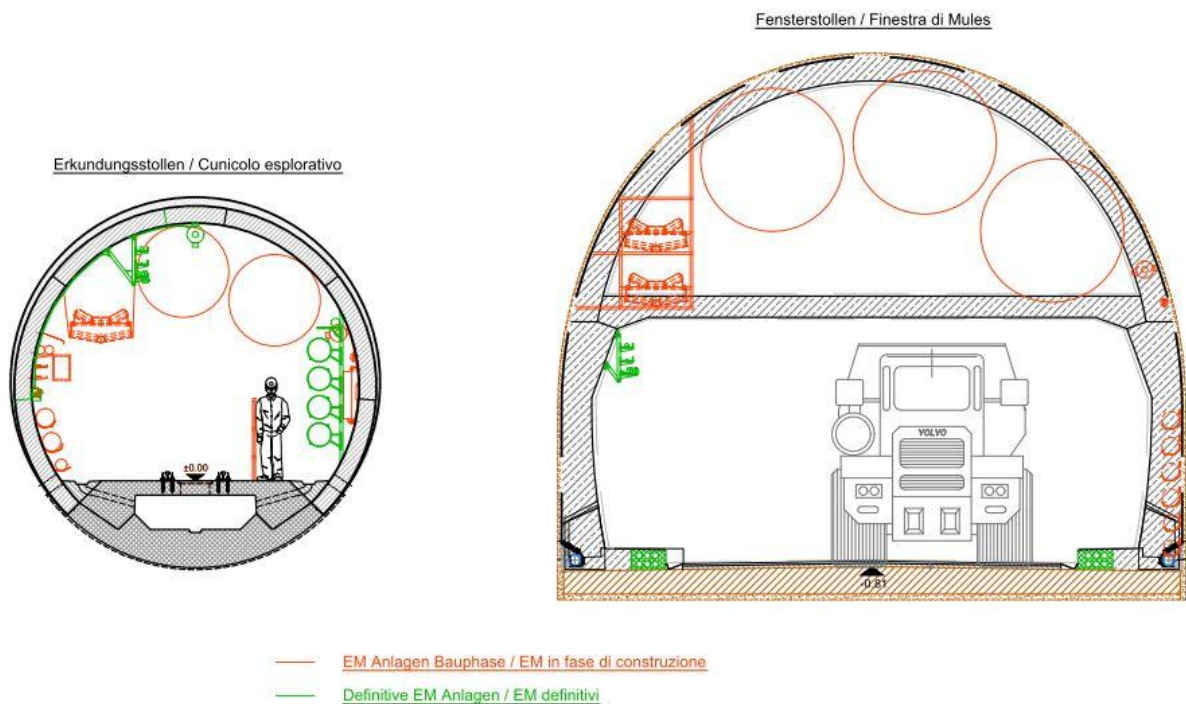


Abbildung 11: Provisorische und definitive Anlagen

7.2 SCHNITTSTELLEN

Die Schnittstelle zum energieliefernden Werk liegt beim Kabelendverschluss des Eingangsschalters der Transformatorstation TS Portal Mauls auf dem Baustellenplatz Mauls. Die Einspeisung erfolgt mit 20 kV Mittelspannung. Die Zuleitung bis zur Schnittstelle wird durch das EW installiert und angeschlossen.

Der Fenster- (km 0.0+00 bis km 1.8+00) und der

7 REALIZZAZIONE

7.1 MONTAGGIO DEGLI IMPIANTI DEFINITIVI

Il montaggio degli equipaggiamenti definitivi nel cunicolo esplorativo inizia dopo lo smantellamento della TBM e continua in parallelo con lo smantellamento degli impianti provvisori (condotte d'aria, nastri trasportatori, ecc.). Gli impianti elettromeccanici definitivi saranno installati a tratte di un chilometro (tratte di approvvigionamento, cfr. schema generale impianti, [5]) a partire dal confine di stato nella direzione del piede di Mules e parallelamente agli impianti provvisori (Figura 11). Non appena terminata l'installazione e la messa in esercizio in un tratto degli impianti definitivi, si provvede alla rimozione nello stesso tratto di quelli provvisori.

Il montaggio degli impianti elettromeccanici definitivi nella finestra può cominciare solo quando i rivestimenti interni, incluso il falso soffitto della Finestra di Mules, è completato e concluso (Figura 11).

Figura 11: Equipaggiamenti definitivi e provvisori

7.2 INTERFACCE

L'interfaccia per i sistemi di alimentazione si trova all'estremità dei cavi dell'interruttore d'ingresso della stazione di trasformazione (ST) del cantiere di Mules presso il portale. L'alimentazione avviene in media tensione (MT) a 20 kV. La trasmissione e la connessione con all'interfaccia sarà a carico del fornitore di energia elettrica.

La finestra (km 0.0+00 fino al km 1.8+00) ed il cunicolo

Erkundungsstollen (km 10.4+54 bis km 27.2+17) werden im Stich mit 20 kV Mittelspannung versorgt (vgl. Übersicht 20 kV-Versorgung [13]).

Für die NS-Verteilung der elektrischen Anlagen werden im Fenster- und im Erkundungsstollen insgesamt 10 neue Transformatorkabinen (Layout Transformatorkabinen, vgl. Pläne [9], [16]) installiert (Transformatorstationen TS Mauls, TSES 01 – TSES 09). Die Kabinen werden im Abstand von ca. 2 km aufgestellt. Ab den Kabinen werden die Beleuchtung, die GSM-Anlage und die Arbeitsverteiler versorgt (vgl. Blockplan [5]).

esplorativo (km 10.4+54 fino al km 27.2 +17) saranno alimentati in diramazione con media tensione a 20 kW (cfr. Schema d'alimentazione a 20 kV [13]).

Per la distribuzione della bassa tensione saranno complessivamente installate lungo la finestra e nel cunicolo esplorativo 11 nuove cabine di trasformazione (disposizione delle cabine, cfr. tavole [9], [16]) (Stazioni di trasformazione ST Mules, STCE 01 – STCE 09). Le cabine saranno disposte circa ogni 2 km. Dalle cabine si alimenteranno l'illuminazione, gli impianti GSM ed i quadri di lavoro (cfr. Schema generale impianti [5]).

8 VERZEICHNISSE

8.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Energiebedarf Fenster- und Erkundungsstollen 10

8.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Gesamtübersicht des Loses.....	6
Abbildung 2: MS-Leistungsschalterkombination (Beispiel) ..	8
Abbildung 3: Giessharz-Trockentransformator (Beispiel)	9
Abbildung 4: Kompaktleistungsschalter (Beispiel)	10
Abbildung 5: Leistungsschalter NS-HV (Beispiel).....	11
Abbildung 6: Anschlussdose für Flachkabel.....	11
Abbildung 7: MS-Kabel (Beispiel).....	14
Abbildung 8: Kabeltragsystem.....	15
Abbildung 9: Erdfestpunkte	16
Abbildung 10: Verbindung Haupterdeleiter mit Erdfestpunkt	17
Abbildung 11: Provisorische und definitive Anlagen	21

8.3 ANHÄNGE

Anhang 1: Kabelquerschnittsberechnungen

8.4 REFERENZDOKUMENTE

8.4.1 Eingangsdokumente

8.4.1.1 Regelplanung

- [1] 00-Ü01-GD-001-D0616-III-01-TB-03001-25,
Nutzungsanforderungen

8.4.2 Normen und Richtlinien

- IEC 56
- IEC 129
- IEC 185
- IEC 186
- IEC 265
- IEC 298
- IEC 420

8 ELENCHI

8.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Fabbisogno energetico del cunicolo esplorativo e finestra di Mules 10

8.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONE

Figura 1: Vista sinottica del lotto.....	6
Figura 2: Combinazione d'interruttori di potenza a media tensione (esempio)	8
Figura 3: Trasformatore a secco con avvolgimenti incapsulati (esempio)	9
Figura 4: Interruttore di potenza compatto (esempio)	10
Figura 5: Interruttore di potenza distributore principale BT (esempio)	11
Figura 6: Presa per cavo piatto.....	11
Figura 7: Cavo MT (esempio).....	14
Figura 8: Sistema di supporto dei cavi	15
Figura 9: Punti fissi di messa a terra.....	16
Figura 10: Connessione fra cavo di messa a terra principale e punto fisso di messa a terra.....	17
Figura 11: Equipaggiamenti definitivi e provvisori.....	21

8.3 ELENCO APPENDICI

Allegato 1: Dimensionamento dei cavi

8.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

8.4.1 Documenti in ingresso

8.4.1.1 Progettazione di Sistema

- 00-Ü01-GD-001-D0616-III-01-TB-03001-25, Requisiti delle basi di progettazione

8.4.2 Normative e Linee Guida

- IEC 56
- IEC 129
- IEC 185
- IEC 186
- IEC 265
- IEC 298
- IEC 420

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| - IEC 694 | - IEC 694 |
| - CEI 17-1 | - CEI 17-1 |
| - CEI 17-4 | - CEI 17-4 |
| - CEI 38-1 | - CEI 38-1 |
| - CEI 38-2 | - CEI 38-2 |
| - CEI 17-9 | - CEI 17-9 |
| - CEI 17-6 | - CEI 17-6 |
| - CEI 17-46 | - CEI 17-46 |
| - CEI 17-21 | - CEI 17-21 |
| - CEI 20-22-II | - CEI 20-22-II |
| - CEI 20-35 | - CEI 20-35 |
| - DIN EN 50522 | - DIN EN 50522 |
| - DIN EN 61936-1 | - DIN EN 61936-1 |
| - DIN EN 29001 ISO 9001 | - DIN EN 29001 ISO 9001 |

8.4.3 Referenzberichte und Pläne

8.4.3.1 Definitive EM Anlagen

- | | |
|------|---|
| [2] | 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33002, Beleuchtung - Erkundungsstollen |
| [3] | 02_H61_IE_020_KIP_D0700_33003, Blockplan Löschwasseranlagen - Erkundungsstollen |
| [4] | 02_H61_II_020_KSY_D0700_33004, Detailplan Löschwasseranlage Erkundungsstollen |
| [5] | 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005, Blockplan Endzustand |
| [6] | 02_H61_IE_020_ESD_D0700_33006, Einpoliges-Schaltschema MS |
| [7] | 02_H61_IE_020_ESD_D0700_33007, Einpoliges-Schaltschema BT |
| [8] | 02_H61_IT_020_EIP_D0700_33011, GSM Anlage - Erkundungsstollen |
| [9] | 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33012, Layout Trafokabine Typ |
| [10] | 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33013, Übersicht Logistiknische Erkundungsstollen |
| [11] | 02_H61_IE_020_EED_D0700_33014, Trafokabine - Erdungskonzept |
| [12] | 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33015, Übersicht 20kV - Versorgung |
| [13] | 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33016, Beleuchtung |

8.4.3 Documenti e piani di riferimento

8.4.3.1 EM definitivi

- | | |
|--------------------------------|---|
| 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33002, | Dettagli illuminazione - Cunicolo Esplorativo |
| 02_H61_IE_020_KIP_D0700_33003, | Schema generale impianto antincendio - Cunicolo Esplorativo |
| 02_H61_II_020_KSY_D0700_33004, | Dettagli impianto antincendio Cunicolo Esplorativo |
| 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005, | Schema generale impianti |
| 02_H61_IE_020_ESD_D0700_33006, | Schema unifilare MT |
| 02_H61_IE_020_ESD_D0700_33007, | Schemi unifilari BT |
| 02_H61_IT_020_EIP_D0700_33011, | Schema impianto GSM - Cunicolo Esplorativo |
| 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33012, | Layout cabine e impianti MT-BT Tipo 1 |
| 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33013, | Impiantistica piazzole logistiche Cunicolo Esplorativo |
| 02_H61_IE_020_EED_D0700_33014, | Cabina trasformatore - impianto di terra |
| 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33015, | Approvvigionamento elettrico 20kV |
| 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33016, | Dettagli |

- Fensterstollen
- [14] 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33017, GSM Anlage Fensterstollen
- [15] 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33018, Blockplan Löschwasseranlagen - Fensterstollen
- [16] 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33019, Layout Trafostationen Typ 2

- illuminazione - Finestra di Mules
- 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33017, Schema impianto GSM - Finestra di Mules
- 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33018, Schema generale impianto antincendio - Finestra di Mules
- 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33019, Layout stazione trasformatore tipo 2

8.5 VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CT3	Querverbindung Typ 3
DIN	Deutsche Industrienorm
DP	Förderdruckdifferenz
EW	Elektrizitätswerk
FL	Fluoreszenzleuchte
GSM	Global System for Mobile Communications
HS	Hochspannung
HV	Hauptverteilung
IEC	International Electrotechnical Commission
KSR	Kabelschutzrohr
LS	Leistungsschalter
LWL	Lichtwellenleiter
MS	Mittelspannung
NS	Niederspannung
PA	Potentialausgleichsschiene
PN	Nenndruck
QPL	Elektroverteilkasten
TBM	Tunnelbohrmaschine
TS	Transformatorstation

8.5 ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI

AT	Alta tensione
BT	bassa tensione
CEI	Commissione elettrotecnica internazionale
CT3	Cunicolo trasversale tipo 3
DIN	Deutsche Industrienorm
DP	Prevalenza, differenza di carico
EE	Fornitore energia elettrica
FL	lampada a fluorescenza
FO	cavi a fibra ottica
GSM	Global System for Mobile Communications
HV	Distributore principale
IEC	International Electrotechnical Commission
KSR	tubi di protezione
LS	Interruttore di potenza
MT	media tensione
PA	collettore di terra
PN	Pressione nominale
QPL	Quadro protezione linea
TBM	tunnel boring machine
TS	stazione di trasformazione

ANHANG 1: KABELQUERSCHNITTSBERECHNUNGEN
 ANHANG 1.1: TS ES 01

ALLEGATO 1: DIMENSIONAMENTO DEI CAVI
 ALLEGATO 1.1: TS ES 01

Projekt / Progetto:	Brenner Basistunnel
Projekt-Nr. / Numero del progetto:	19X117797.01
Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto:	D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3
Anlage / Impianto:	Technische Anlagen / Impianti tecnologici
Inhalt Dokument / Documento contenuto:	Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss) Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)
Trafostation / Stazione di trasformazione:	TS ES 01
Einpoliges-Schalt-schema NS / Schema unifilari BT	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007
Blockschema / Schema generale impianti:	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005
Stand / Stato	30.01.2015

Kurzschluss / Cortocircuito

nach dem Tafo Dopo il trasformatore		QPL1	QPL2	
$I_{k3} \rightarrow$ L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)}$	= 1'797.07	405.56	A
$I_{k2} \rightarrow$ L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)}$	= 1'556.31	351.23	A
$I_{k1} \rightarrow$ L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. } N})}$	= 1'155.82	210.44	A

Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi		Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\bar{\delta}_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\varphi}{A_{L1tot}}$	= 1,226 %	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 1,381 %	3x16/16/16 mm ²	50 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,339 %	3x25/25/25 mm ²	550 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianto GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\bar{\delta}_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\varphi}{A_{GSMtot}}$	= 1,622 %	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	50 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 1,766 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 1,766 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,725 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,725 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QL Cavi QL	$\Delta U_{QL} = \frac{\bar{\delta}_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\varphi}{A_{QLtot}}$	= 1,682 %	3x16/16/16 mm ²	30 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività

LS NS-HV QPL1 LS QPL1

QPL1
3VL17031DD330AA0/LI

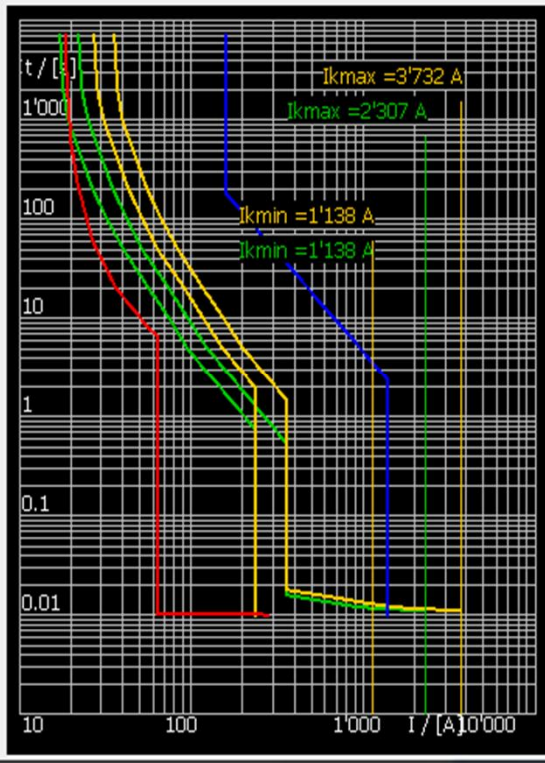
IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:

- Hüllkurve vorgeordneter Geräte
- LS NS-HV QPL1
- LS QPL1
- Hüllkurve nachgeordneter Geräte

✕ +



LS NS-HV QPL2 LS QPL2

QPL2
3VL17031DD330AA0/LI

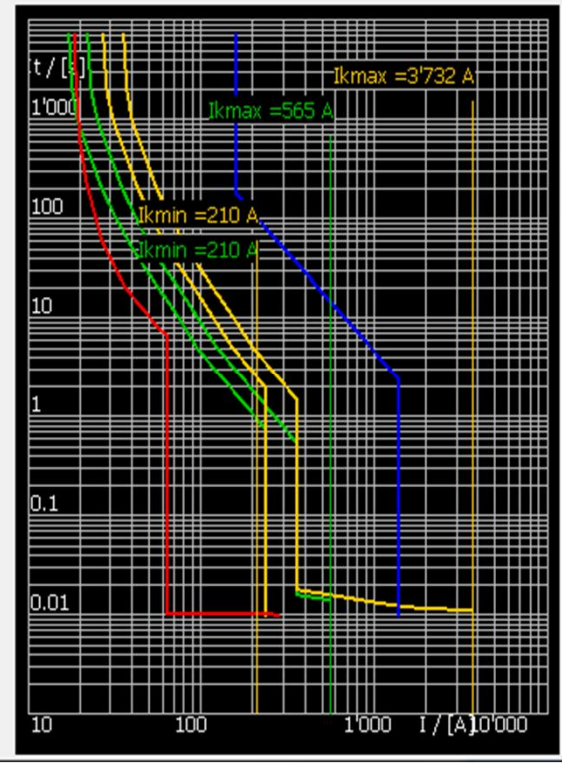
IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:

- Hüllkurve vorgeordneter Geräte
- LS NS-HV QPL2
- LS QPL2
- Hüllkurve nachgeordneter Geräte

✕ +



Projekt / Progetto:	Brenner Basistunnel
Projekt-Nr. / Numero del progetto:	19X117797.01
Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto:	D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3
Anlage / Impianto:	Technische Anlagen / Impianti tecnologici
Inhalt Dokument / Documento contenuto:	Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss) Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)
Trafostation / Stazione di trasformazione:	TS ES 02
Einpoliges-Schalt-schema NS /	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007
Schema unifilari BT	
Blockschema / Schema generale impianti:	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005
Stand / Stato	30.01.2015

Kurzschluss / Cortocircuito

nach dem Tafo Dopo il trasformatore		QPL1	QPL2	QPL3	
$I_{k3} \rightarrow$ L-L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	439.82	472.14	540.85	A
$I_{k2} \rightarrow$ L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	380.89	408.89	468.39	A
$I_{k1} \rightarrow$ L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. N}})} =$	229.59	246.31	284.80	A

Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi	Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\delta_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\phi}{A_{L1tot}} = 1,398 \%$	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\delta_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\phi}{A_{QPL1tot}} = 2,435 \%$	3x35/35/35 mm ²	700 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\delta_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\phi}{A_{QPL2tot}} = 2,324 \%$	3x16/16/16 mm ²	300 m
Kabel QPL3 Cavi QPL3	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,208 \%$	3x25/25/16 mm ²	400 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianti GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\delta_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\phi}{A_{GSMtot}} = 1,793 \%$	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	50 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\delta_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\phi}{A_{QPL1tot}} = 2,821 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\delta_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\phi}{A_{QPL1tot}} = 2,821 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\delta_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\phi}{A_{QPL2tot}} = 2,71 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\delta_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\phi}{A_{QPL2tot}} = 2,71 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL3 Bel. Links Cavi QPL3 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,594 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m

Kabel QPL3 Bel. Rechts
Cavi QPL3 illum. a destra

$$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,594 \%$$

3x16/16/16 mm²

250 m

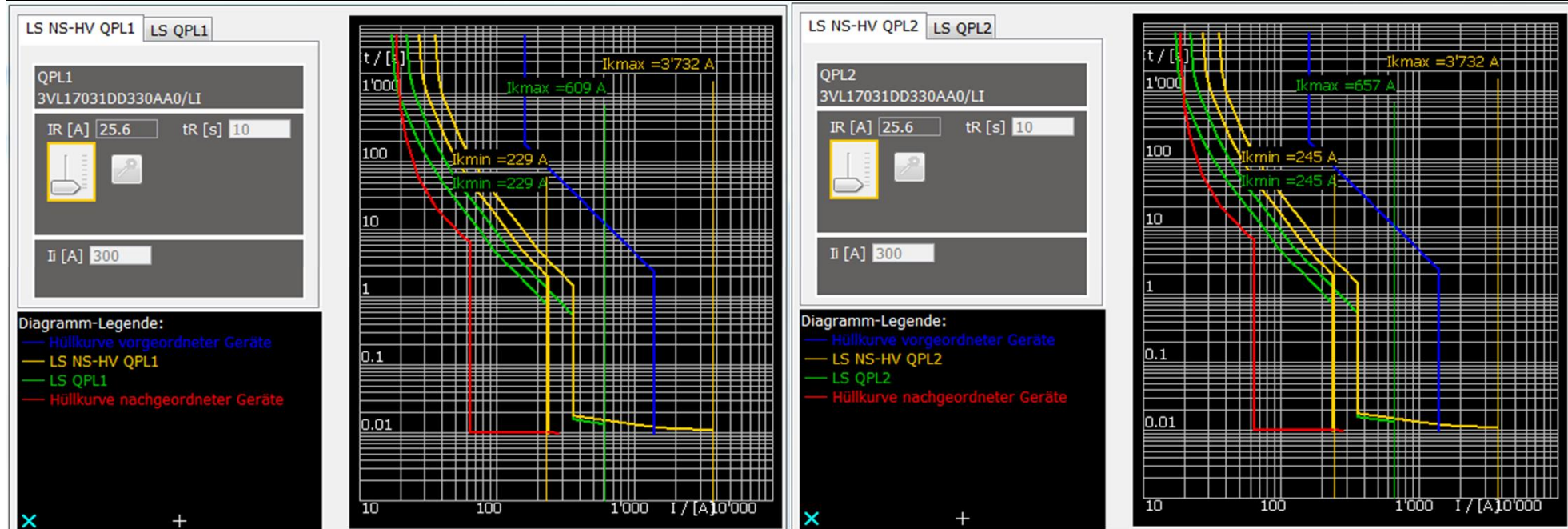
Kabel QL
Cavi QL

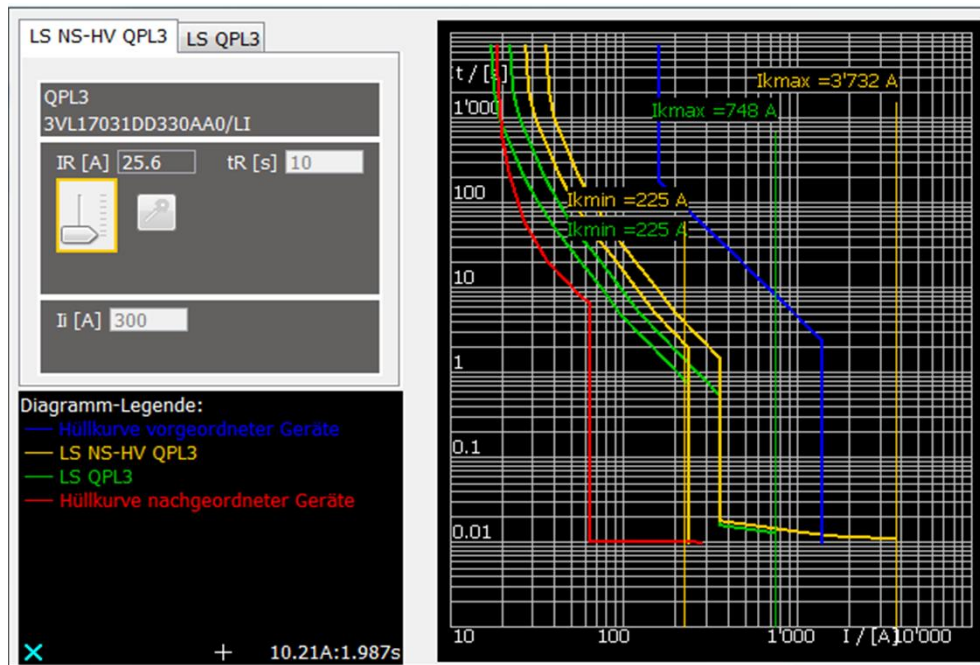
$$\Delta U_{QL} = \frac{\delta_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\phi}{A_{QL}} = 1,854 \%$$

3x16/16/16 mm²

30 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività





<p>Projekt / Progetto: Projekt-Nr. / Numero del progetto: Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto: Anlage / Impianto: Inhalt Dokument / Documento contenuto:</p>	<p>Brenner Basistunnel 19X117797.01 D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3 Technische Anlagen / Impianti tecnologici Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss) Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)</p>
<p>Trafostation / Stazione di trasformazione: Einpoliges-Schalt-schema NS / Schema unifilari BT Blockschema / Schema generale impianti:</p>	<p>TS ES 03 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005</p>
<p>Stand / Stato</p>	<p>30.01.2015</p>

Kurzschluss / Cortocircuito

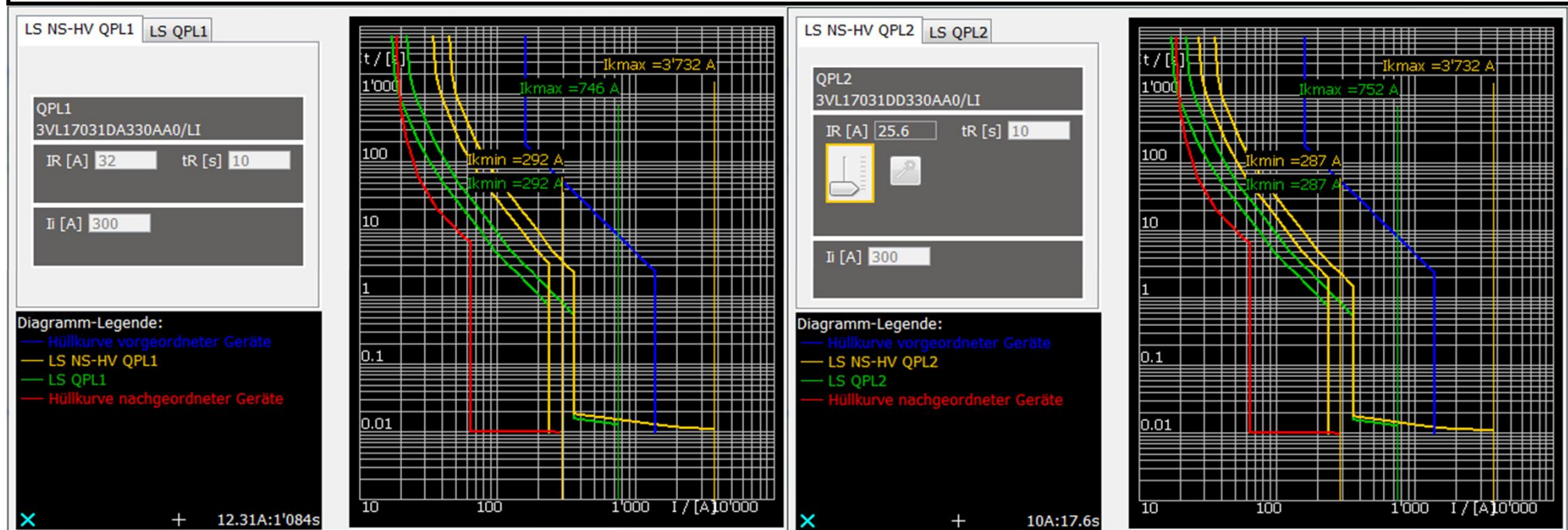
nach dem Tafo Dopo il trasformatore			QPL1	QPL2	QPL3	QPL4	
I _{k3} --> L-L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	=	549.20	545.90	1'797.10	545.90	A
I _{k2} --> L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	=	475.60	472.70	1'556.30	472.70	A
I _{k1} --> L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. N}})} =$	=	293.50	288.40	1'155.80	288.40	A

Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi		Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\bar{\delta}_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\varphi}{A_{L1tot}}$	= 1,57 %	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,419 %	3x70/70.0/70 mm ²	1050 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,385 %	3x35/35/35 mm ²	550 m
Kabel QPL3 Cavi QPL3	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\bar{\delta}_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\varphi}{A_{QPL3tot}}$	= 1,724 %	3x16/16/16 mm ²	50 m
Kabel QPL4 Cavi QPL4	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\bar{\delta}_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\varphi}{A_{QPL4tot}}$	= 2,385 %	3x35/35/35 mm ²	550 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianti GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\bar{\delta}_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\varphi}{A_{GSMtot}}$	= 1,965 %	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	50 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,805 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,805 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,77 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,77 %	3x16/16/16 mm ²	250 m

Kabel QPL3 Bel. Links Cavi QPL3 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,11 \%$	$3 \times 16/16/16 \text{ mm}^2$	250 m
Kabel QPL3 Bel. Rechts Cavi QPL3 illum. a destra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,11 \%$	$3 \times 16/16/16 \text{ mm}^2$	250 m
Kabel QPL4 Bel. Links Cavi QPL4 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\delta_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\phi}{A_{QPL4tot}} = 2,77 \%$	$3 \times 16/16/16 \text{ mm}^2$	250 m
Kabel QPL4 Bel. Rechts Cavi QPL4 illum. a destra	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\delta_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\phi}{A_{QPL4tot}} = 2,77 \%$	$3 \times 16/16/16 \text{ mm}^2$	250 m
Kabel QL Cavi QL	$\Delta U_{QL} = \frac{\delta_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\phi}{A_{QLtot}} = 2,026 \%$	$3 \times 16/16/16 \text{ mm}^2$	30 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività



LS NS-HV QPL3 LS QPL3

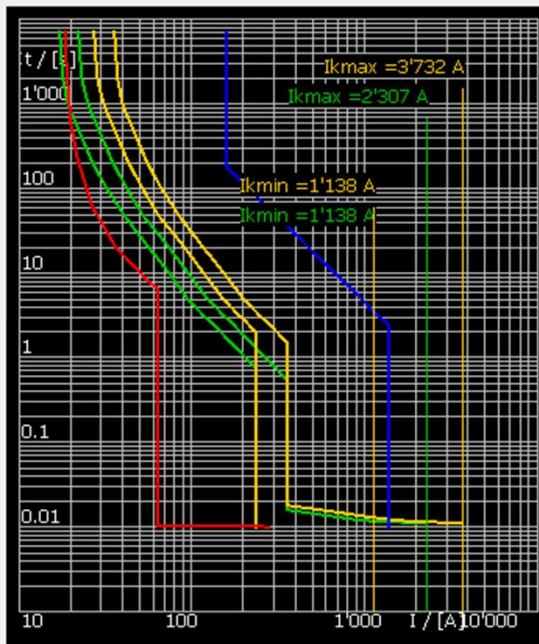
QPL3
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL3
 — LS QPL3
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

+ 96.59A:1'175s



LS NS-HV QPL4 LS QPL4

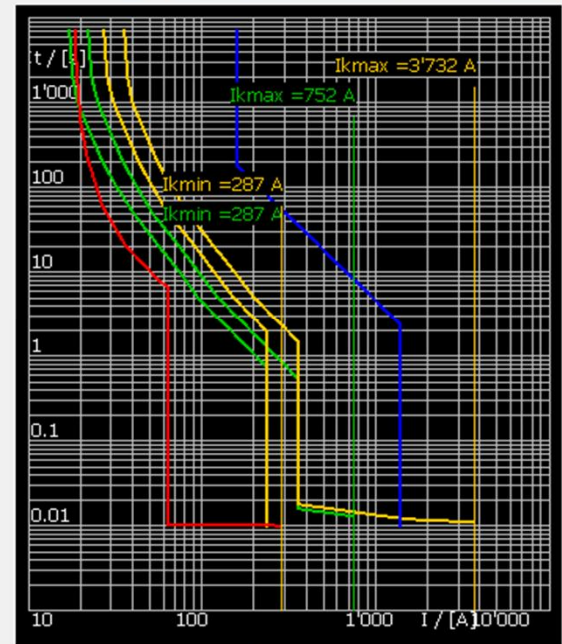
QPL4
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL4
 — LS QPL4
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

+ 10.64A:2'336s



<p>Projekt / Progetto: Projekt-Nr. / Numero del progetto: Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto: Anlage / Impianto: Inhalt Dokument / Documento contenuto:</p>	<p>Brenner Basistunnel 19X117797.01 D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3 Technische Anlagen / Impianti tecnologici Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss) Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)</p>
<p>Trafostation / Stazione di trasformazione: Einpoliges-Schalt-schema NS / Schema unifilari BT Blockschema / Schema generale impianti:</p>	<p>TS ES 04-08 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005</p>
<p>Stand / Stato</p>	<p>30.01.2015</p>

Kurzschluss / Cortocircuito

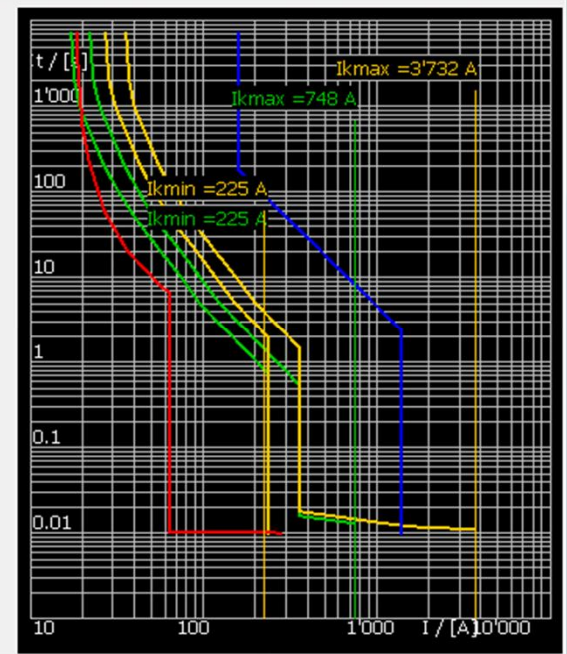
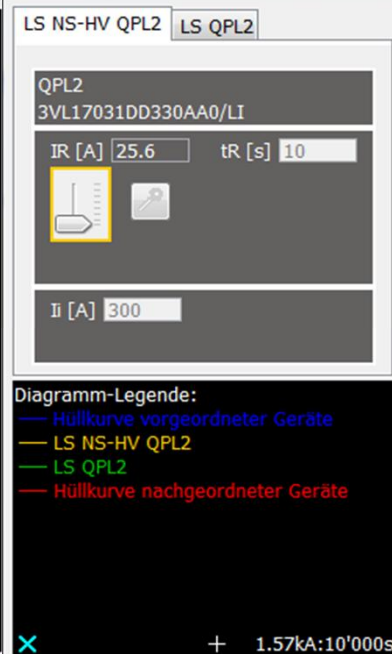
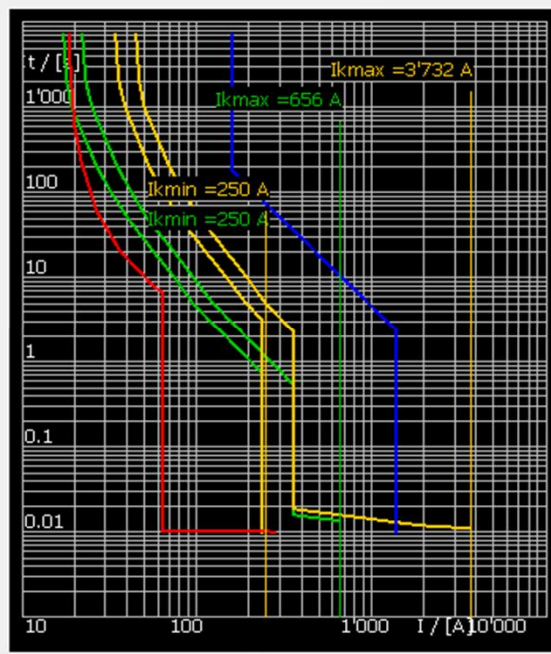
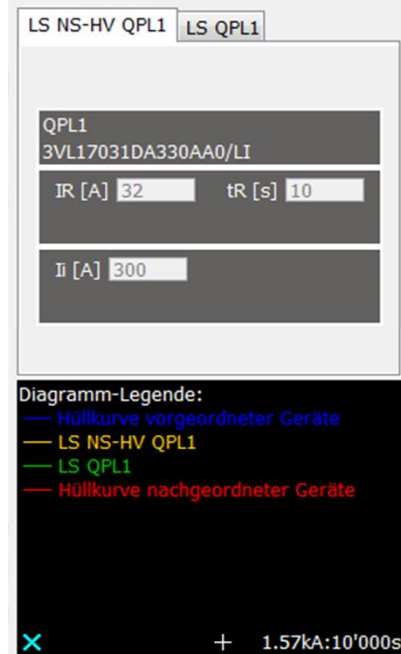
nach dem Tafo Dopo il trasformatore		QPL1	QPL2	QPL3	QPL4	
$I_{k3} \rightarrow$ L-L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)}$	477.50	540.90	675.70	439.80	A
$I_{k2} \rightarrow$ L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)}$	413.50	468.40	585.20	380.90	A
$I_{k1} \rightarrow$ L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. N}})}$	251.20	284.80	360.60	229.60	A

Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi	Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\bar{\delta}_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\varphi}{A_{L1tot}} = 1,57 \%$	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}} = 2,54 \%$	3x50/50/50 mm ²	900 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}} = 2,38 \%$	3x25/25/16 mm ²	400 m
Kabel QPL3 Cavi QPL3	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\bar{\delta}_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\varphi}{A_{QPL3tot}} = 2,187 \%$	3x16/16/16 mm ²	200 m
Kabel QPL4 Cavi QPL4	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\bar{\delta}_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\varphi}{A_{QPL4tot}} = 2,607 \%$	3x35/35/35 mm ²	700 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianti GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\bar{\delta}_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\varphi}{A_{GSMtot}} = 1,965 \%$	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	50 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}} = 2,926 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}} = 2,926 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}} = 2,765 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}} = 2,765 \%$	3x16/16/16 mm ²	250 m

Kabel QPL3 Bel. Links Cavi QPL3 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,573 \%$	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL3 Bel. Rechts Cavi QPL3 illum. a destra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\delta_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\phi}{A_{QPL3tot}} = 2,573 \%$	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL4 Bel. Links Cavi QPL4 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\delta_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\phi}{A_{QPL4tot}} = 2,993 \%$	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL4 Bel. Rechts Cavi QPL4 illum. a destra	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\delta_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\phi}{A_{QPL4tot}} = 2,993 \%$	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QL Cavi QL	$\Delta U_{QL} = \frac{\delta_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\phi}{A_{QLtot}} = 2,026 \%$	3x16/16/16 mm²	30 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività



LS NS-HV QPL3 LS QPL3

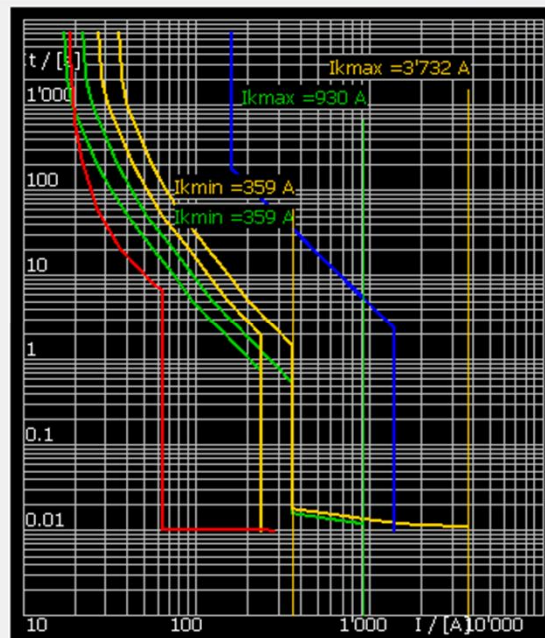
QPL3
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL3
 — LS QPL3
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

X + 1.57kA:10'000s



LS NS-HV QPL4 LS QPL4

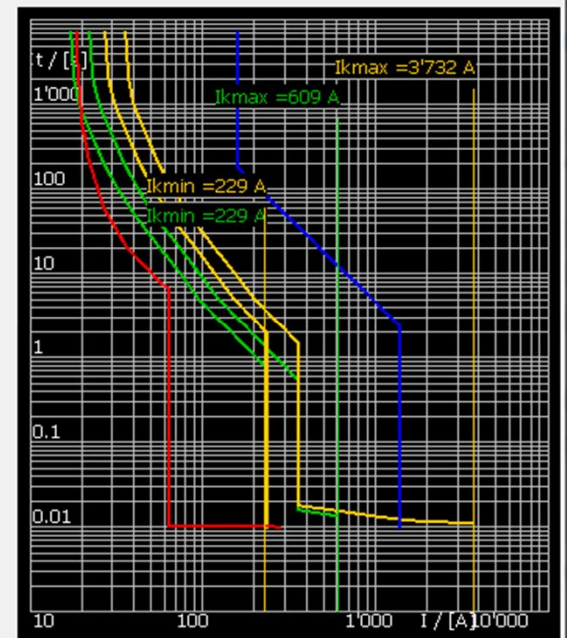
QPL4
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL4
 — LS QPL4
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

X + 3.054kA:8'508s



Projekt / Progetto:	Brenner Basistunnel
Projekt-Nr. / Numero del progetto:	19X117797.01
Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto:	D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3
Anlage / Impianto:	Technische Anlagen / Impianti tecnologici
Inhalt Dokument / Documento contenuto:	Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione
	Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss)
	Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)
Trafostation / Stazione di trasformazione:	TS ES 09
Einpoliges-Schalt-schema NS /	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007
Schema unifilari BT	
Blockschema / Schema generale impianti:	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005
Stand / Stato	30.01.2015

Kurzschluss / Cortocircuito

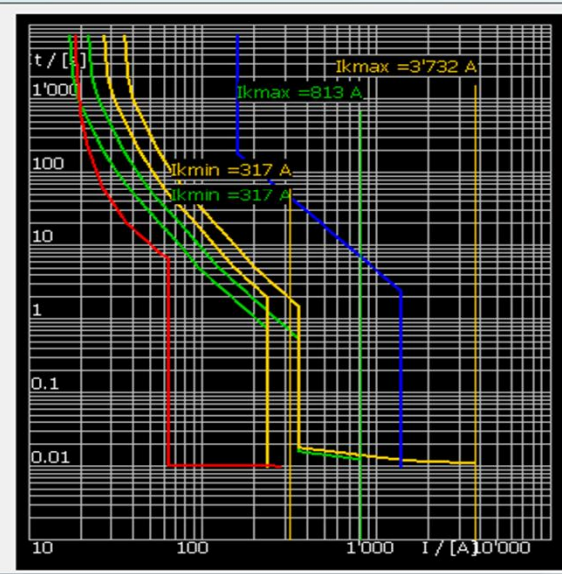
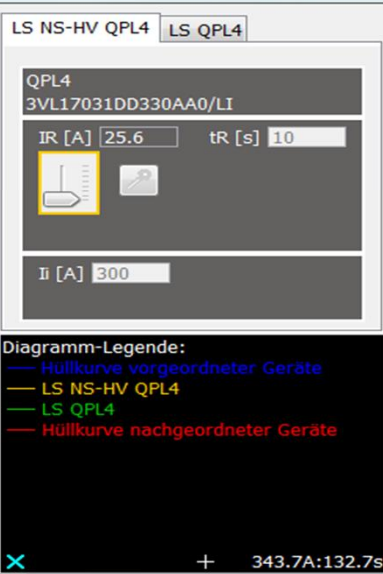
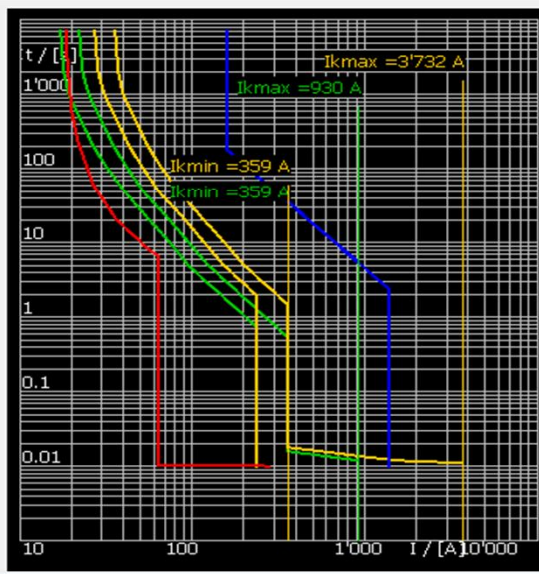
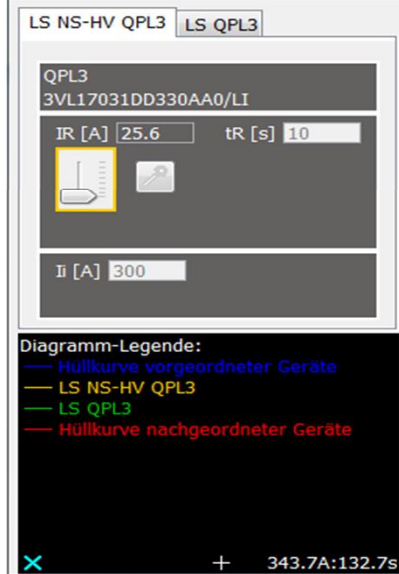
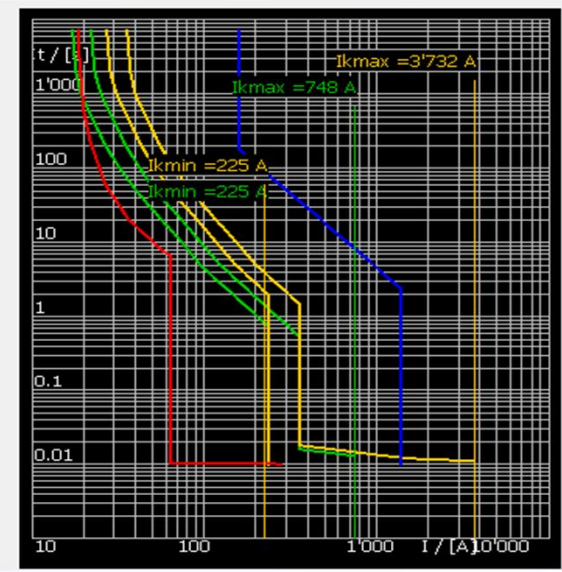
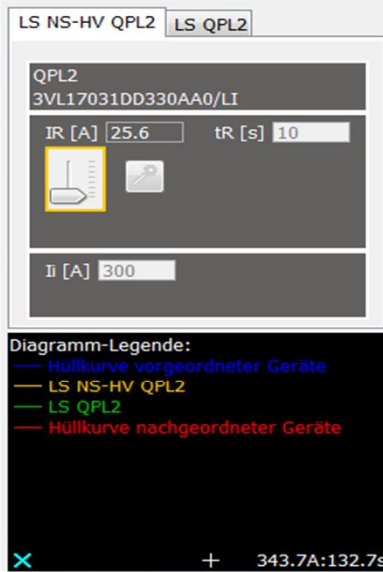
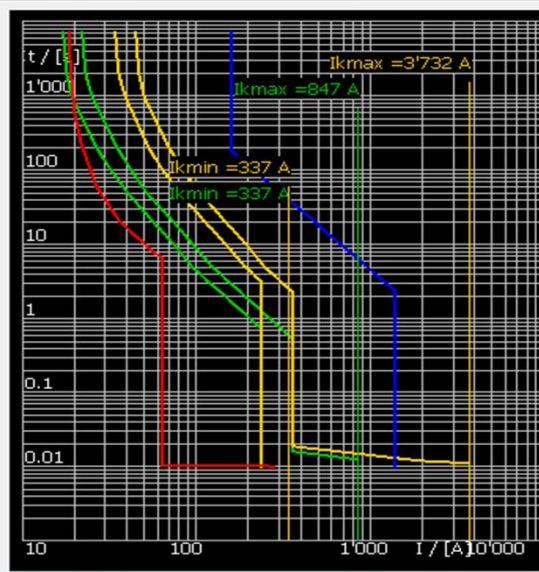
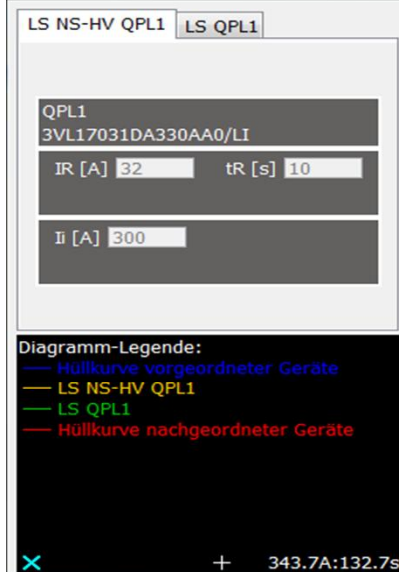
nach dem Tafo Dopo il trasformatore		QPL1	QPL2	QPL3	QPL4	QPL5	
$I_{k3} \rightarrow$ L-L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	626.90	540.90	675.70	595.50	616.50	A
$I_{k2} \rightarrow$ L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	542.90	468.40	585.20	515.80	533.90	A
$I_{k1} \rightarrow$ L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. N}})} =$	338.50	284.80	360.60	317.90	335.20	A

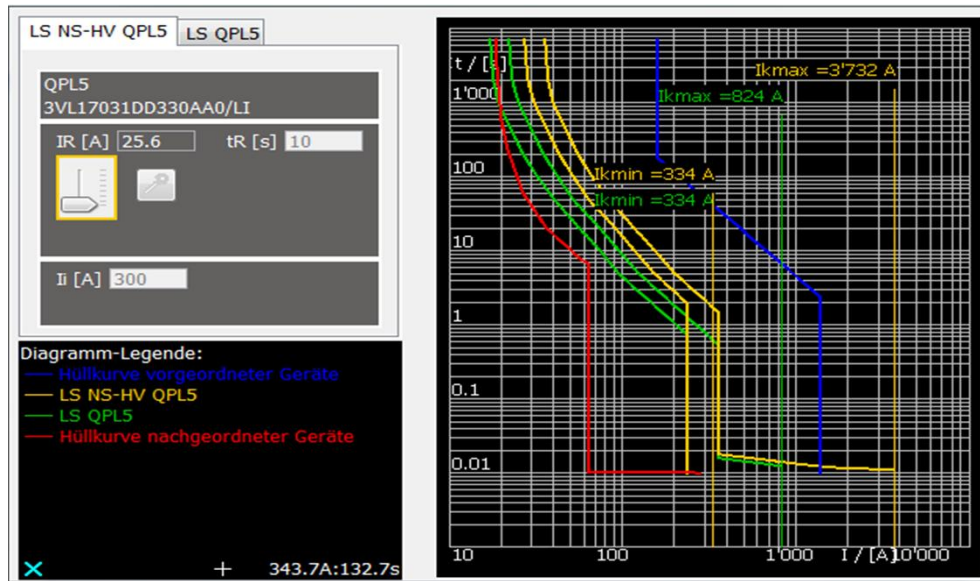
Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi		Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\bar{\delta}_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\varphi}{A_{L1tot}}$	= 1,742 %	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,47 %	3x70/70/70 mm ²	900 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,552 %	3x25/25/16 mm ²	400 m
Kabel QPL3 Cavi QPL3	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\bar{\delta}_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\varphi}{A_{QPL3tot}}$	= 2,359 %	3x16/16/16 mm ²	200 m
Kabel QPL4 Cavi QPL4	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\bar{\delta}_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\varphi}{A_{QPL4tot}}$	= 2,497 %	3x50/50/50 mm ²	700 m
Kabel QPL5 Cavi QPL5	$\Delta U_{QPL5} = \frac{\bar{\delta}_{QPL5} \times L_{QPL5} \times \sqrt{3} \times I_{QPL5} \times \cos\varphi}{A_{QPL5tot}}$	= 2,501 %	3x95/95/95 mm ²	1200 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianti GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\bar{\delta}_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\varphi}{A_{GSMtot}}$	= 2,137 %	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	50 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,856 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,856 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,937 %	3x16/16/16 mm ²	250 m

Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}} =$	2,937 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL3 Bel. Links Cavi QPL3 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\bar{\delta}_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\varphi}{A_{QPL3tot}} =$	2,745 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL3 Bel. Rechts Cavi QPL3 illum. a destra	$\Delta U_{QPL3} = \frac{\bar{\delta}_{QPL3} \times L_{QPL3} \times \sqrt{3} \times I_{QPL3} \times \cos\varphi}{A_{QPL3tot}} =$	2,745 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL4 Bel. Links Cavi QPL4 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\bar{\delta}_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\varphi}{A_{QPL4tot}} =$	2,882 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL4 Bel. Rechts Cavi QPL4 illum. a destra	$\Delta U_{QPL4} = \frac{\bar{\delta}_{QPL4} \times L_{QPL4} \times \sqrt{3} \times I_{QPL4} \times \cos\varphi}{A_{QPL4tot}} =$	2,882 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL5 Bel. Links Cavi QPL5 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL5} = \frac{\bar{\delta}_{QPL5} \times L_{QPL5} \times \sqrt{3} \times I_{QPL5} \times \cos\varphi}{A_{QPL5tot}} =$	2,887 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QPL5 Bel. Rechts Cavi QPL5 illum. a destra	$\Delta U_{QPL5} = \frac{\bar{\delta}_{QPL5} \times L_{QPL5} \times \sqrt{3} \times I_{QPL5} \times \cos\varphi}{A_{QPL5tot}} =$	2,887 %	3x16/16/16 mm²	250 m
Kabel QL Cavi QL	$\Delta U_{QL} = \frac{\bar{\delta}_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\varphi}{A_{QLtot}} =$	2,198 %	3x16/16/16 mm²	30 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività





ANHANG 1.6: TS MAULS

ALLEGATO 1.6: TS MULES

Projekt / Progetto:	Brenner Basistunnel
Projekt-Nr. / Numero del progetto:	19X117797.01
Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto:	D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3
Anlage / Impianto:	Technische Anlagen / Impianti tecnologici
Inhalt Dokument / Documento contenuto:	Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione
	Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss)
	Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)
Trafostation / Stazione di trasformazione:	TS Mauls / TS Mules
Einpoliges-Schalt-schema NS /	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007
Schema unifilari BT	
Blockschema / Schema generale impianti:	02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005
Stand / Stato	30.01.2015

Kurzschluss / Cortocircuito

nach dem Tafo		QPL1	QPL2	
Dopo il trasformatore				
$I_{k3} \rightarrow$ L-L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	472.14	470.30	A
$I_{k2} \rightarrow$ L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)} =$	408.89	407.30	A
$I_{k1} \rightarrow$ L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. N}})} =$	246.31	246.34	A

Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi		Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\bar{\delta}_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\varphi}{A_{L1tot}}$	= 1,226 %	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,152 %	3x16/16/16 mm ²	300 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,189 %	3x35/35/35 mm ²	650 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianto GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\bar{\delta}_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\varphi}{A_{GSMtot}}$	= 2,017 %	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	100 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,538 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,538 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,575 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 2,575 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QL Cavi QL	$\Delta U_{QL} = \frac{\bar{\delta}_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\varphi}{A_{QLtot}}$	= 2,747 %	3x16/16/16 mm ²	100 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività

LS NS-HV QPL1 LS QPL1

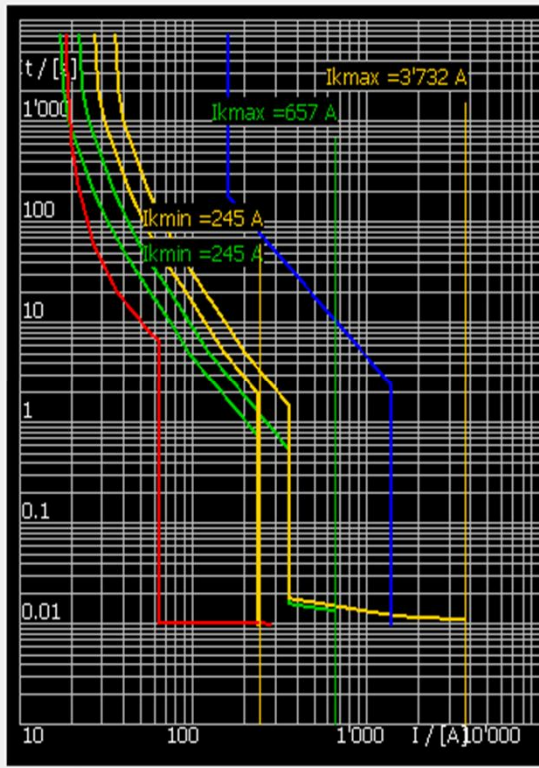
QPL1
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL1
 — LS QPL1
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

X + 53.94A:9'604s



LS NS-HV QPL2 LS QPL2

QPL2
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL2
 — LS QPL2
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

X + 10A:1.909s



<p>Projekt / Progetto: Projekt-Nr. / Numero del progetto: Teil-/Unterprojekt / Nell'ambito del progetto: Anlage / Impianto: Inhalt Dokument / Documento contenuto:</p>	<p>Brenner Basistunnel 19X117797.01 D0700: Baulos Mauls 2-3 / Lotto Mules 2-3 Technische Anlagen / Impianti tecnologici Niederspannungsanlagen / Impianti bassa tensione Kabelabschnittsberechnungen (Kabelquerschnitt, Spannungsabfall und Kurzschluss) Dimensionamento dei cavi (sezione del cavo, caduta di tensione e cortocircuito)</p>
<p>Trafostation / Stazione di trasformazione: Einpoliges-Schalt-schema NS / Schema unifilari BT Blockschema / Schema generale impianti:</p>	<p>TS 01 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33007 02_H61_IE_020_EIP_D0700_33005</p>
<p>Stand / Stato</p>	<p>30.01.2015</p>

Kurzschluss / Cortocircuito

nach dem Tafo Dopo il trasformatore		QPL1	QPL2	
$I_{k3} \rightarrow$ L-L-L (3 Ph AC)	$I_{k3} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)}$	= 405.56	1'171.88	A
$I_{k2} \rightarrow$ L-L (2 Ph AC)	$I_{k2} = \frac{\sqrt{3} \times U_{str}}{2 \times (Z_{NS} + Z_{QPL} + Z_T)}$	= 351.23	1'014.87	A
$I_{k1} \rightarrow$ L-N (1 Ph AC)	$I_{k1} = \frac{U_{str}}{(Z_{NS+QPL} + Z_T + Z_{PEN \text{ od. N}})}$	= 210.44	669.85	A

Kabelquerschnitt, Spannungsabfall / Sezione del cavo, caduta di tensione

Kabelabschnitt Sezione die cavi		Spannungsabfall Caduta di tensione	Kabelquerschnitt Sezione del cavo	Kabellänge Lunghezza del cavo
NS-Kabel NSHV BT-Cavi	$\Delta U_{L1} = \frac{\bar{\delta}_{L1} \times L_1 \times \sqrt{3} \times I_{L1} \times \cos\varphi}{A_{L1tot}}$	= 1,226 %	3x70/70/35 mm ²	10 m
Kabel QPL1 Cavi QPL1	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,339 %	3x25/25/25 mm ²	550 m
Kabel QPL2 Cavi QPL2	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 1,535 %	3x16/16/16 mm ²	100 m
Kabel GSM-Anlage Cavi impianto GSM	$\Delta U_{GSM} = \frac{\bar{\delta}_{GSM} \times L_{GSM} \times \sqrt{3} \times I_{GSM} \times \cos\varphi}{A_{GSMtot}}$	= 2,017 %	1x2.5/2.5/2.5 mm ²	100 m
Kabel QPL1 Bel. Links Cavi QPL1 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,725 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL1 Bel. Rechts Cavi QPL1 illum. a destra	$\Delta U_{QPL1} = \frac{\bar{\delta}_{QPL1} \times L_{QPL1} \times \sqrt{3} \times I_{QPL1} \times \cos\varphi}{A_{QPL1tot}}$	= 2,725 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Links Cavi QPL2 illum. sinistra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 1,921 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QPL2 Bel. Rechts Cavi QPL2 illum. a destra	$\Delta U_{QPL2} = \frac{\bar{\delta}_{QPL2} \times L_{QPL2} \times \sqrt{3} \times I_{QPL2} \times \cos\varphi}{A_{QPL2tot}}$	= 1,921 %	3x16/16/16 mm ²	250 m
Kabel QL Cavi QL	$\Delta U_{QL} = \frac{\bar{\delta}_{QL} \times L_{QL} \times \sqrt{3} \times I_{QL} \times \cos\varphi}{A_{QLtot}}$	= 1,987 %	3x16/16/16 mm ²	50 m

Diagramm Selektivität / Tabella selettività

LS NS-HV QPL1 LS QPL1

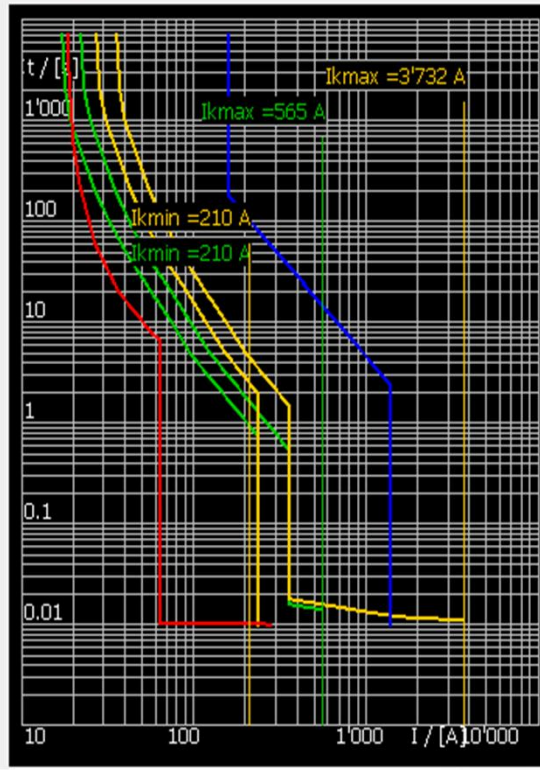
QPL1
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL1
 — LS QPL1
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

X +



LS NS-HV QPL2 LS QPL2

QPL2
3VL17031DD330AA0/LI

IR [A] 25.6 tR [s] 10

II [A] 300

Diagramm-Legende:
 — Hüllkurve vorgeordneter Geräte
 — LS NS-HV QPL2
 — LS QPL2
 — Hüllkurve nachgeordneter Geräte

X + 10A:6'158s

