

**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI  
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**




**COMUNE DI TORINO**



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO  
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA  
Lotto Costruttivo 2: Bologna - Politecnico**


<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <b>INFRA.TO</b> <i>infrastrutture per la mobilità</i>										<b>INFRATRASPORTI S.r.l.</b>		
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12887J	<b>IMPIANTI NON DI SISTEMA - STAZIONE VERONA IMPIANTO ELETTRICO RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO</b>												
		ELABORATO							REV.		SCALA	DATA		
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A2	D	IEL	SVR	R	001	Int.	Est.	-	27/10/2023

AGGIORNAMENTI

Fg.1 di 1


REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	31/03/2022	GSC	AGH	FAZ	RCR
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	15/12/2022	GSC	AGH	FAZ	RCR
2	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	10/03/2023	GSC	FAZ	FAZ	RCR
3	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	05/05/2023	GSC	FAZ	FAZ	RCR
4	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	27/10/2023	GSC	FAZ	FAZ	RCR

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.2.8</td> <td>6</td> <td>MTL2T1A2D</td> <td>IELSVRR001</td> </tr> </table>	LOTTO 2	CARTELLA	12.2.8	6	MTL2T1A2D	IELSVRR001	<p align="center"><b>STAZIONE APPALTANTE</b></p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A.Strozzi</p>
LOTTO 2	CARTELLA	12.2.8	6	MTL2T1A2D	IELSVRR001		


 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## INDICE


<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE</b>	<b>6</b>
1.1.1	CONCETTO DI SMART STATION	7
1.1.2	ANALISI NORMATIVA DI RIFERIMENTO IMPIANTO ELETTRICO	8
1.1.3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO PROGETTO IMPIANTISTICI ELETTRICI	9
1.1.3.1	Impianti elettrici	9
<b>2.</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>CARICHI ELETTRICI DELLA STAZIONE</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>FONTE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA PRIMARIA</b>	<b>20</b>
2.3.1	DISTRIBUZIONE PRIMARIA	21
2.3.2	QUADRI DI STAZIONE (SECONDARI E A SERVIZIO DELLE UTENZE CONCENTRATE)	22
2.3.3	VIE CAVI DISTRIBUZIONE PRIMARIA	23
2.3.4	DISTRIBUZIONE SECONDARIA PER ALIMENTAZIONE CORPI ILLUMINANTI E PRESE F.M.	24
2.3.4.1	Linee dorsali	24
2.3.4.2	Derivazione alle utenze "Normali"	24
2.3.4.3	Derivazione alle utenze "No-break"	24
2.3.4.4	Prese f.m. di Stazione	25
2.3.4.5	Apparecchi di sezionamento e comando utenze Privilegiate	25
2.3.4.6	Apparecchi di comando alimentazione motori	25
2.3.5	GRUPPI DI CONTINUITÀ TRIFASI (UPS)	26
2.3.6	PREDISPOSIZIONI PER IMPIANTO DI SUPERVISIONE	27
2.3.7	IMPIANTI DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI VAGANTI	27
2.3.8	PREDISPOSIZIONI IMPIANTO BIGLIETTAZIONE AUTOMATICA E CONTROLLO ACCESSI; CONNESSIONE UCAV-S (DI STAZIONE), UCAV-P (DI POZZO)	28
2.3.9	PREDISPOSIZIONI PER SISTEMI INFORMATIVI, PUBBLICITÀ, ECC.	29
2.3.10	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE NORMALE ED EMERGENZA	30
<b>2.4</b>	<b>ILLUMINAZIONE NORMALE</b>	<b>30</b>
2.4.1	SISTEMA AD INTELLIGENZA DISTRIBUITA	31
2.4.2	CARATTERISTICHE CORPI ILLUMINANTI	32
<b>2.5</b>	<b>ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA</b>	<b>32</b>
2.5.1	CORPI ILLUMINANTI	33
2.5.2	SISTEMA CENTRALIZZATO GESTIONE ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	33
<b>3.</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>CANALINE ASOLATE IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO</b>	<b>34</b>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

3.1.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	34
3.1.2	SPECIFICHE	34
<b>3.2</b>	<b>PASSERELLE PORTACAVI A TRAVERSINI IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO</b>	<b>35</b>
3.2.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	35
3.2.2	SPECIFICHE	35
<b>3.3</b>	<b>TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO</b>	<b>36</b>
3.3.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	36
3.3.2	SPECIFICHE	36
<b>3.4</b>	<b>CAVI TIPO FG18(O)M16 o FG18(O)M18</b>	<b>36</b>
3.4.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	36
3.4.2	SPECIFICHE	37
<b>3.5</b>	<b>CAVI TIPO FTG18(O)M16</b>	<b>37</b>
3.5.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	37
3.5.2	SPECIFICHE	37
<b>3.6</b>	<b>QUADRI BASSA TENSIONE</b>	<b>38</b>
3.6.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	38
3.6.2	SPECIFICHE	38
<b>3.7</b>	<b>GRUPPO DI CONTINUITÀ ALLO STATO SOLIDO (UPS)</b>	<b>39</b>
3.7.1	AMBIENTE DI UTILIZZO	39
3.7.2	SPECIFICHE TECNICHE GENERALI	39
3.7.3	SPECIFICHE ELETTRICHE	42
3.7.4	CONDIZIONI AMBIENTALI	45
3.7.5	IMMAGAZZINAMENTO	45
3.7.6	COMUNICAZIONE	45
3.7.7	STANDARD	45
<b>3.8</b>	<b>SETTI TAGLIAFUOCO</b>	<b>46</b>
<b>3.9</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA</b>	<b>47</b>
<b>4.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO CAVI – INTERRUTTORI</b>	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>48</b>
<b>4.2</b>	<b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>48</b>
4.2.1	CALCOLO CORRENTI DI IMPIEGO	48
4.2.2	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	49
4.2.3	SCELTA DELLE PROTEZIONI	56
<b>4.3</b>	<b>FORMULE DI CALCOLO E VERIFICA UTILIZZATE DAL PROGRAMMA</b>	<b>57</b>
4.3.1	CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	57
4.3.2	FATTORE DI TENSIONE	58
4.3.3	CORRENTI DI CORTOCIRCUITO CON IL CONTRIBUTO DEI MOTORI	59


 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

4.3.4	IMPEDENZA EQUIVALENTE DEI MOTORI	59
4.3.5	VERIFICA DEL POTERE DI CHIUSURA IN CORTOCIRCUITO	61
4.3.6	VALORE DI CRESTA IP DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO	61
4.3.7	VERIFICA DEI CONDOTTI SBARRE	62
<b>4.4</b>	<b>TABELLE DI VERIFICA</b>	<b>63</b>
<b>5.</b>	<b>IMPIANTI DI MOVIMENTAZIONE</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>ASCENSORI</b>	<b>64</b>
5.1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	65
5.1.2	AMBIENTE DI FUNZIONAMENTO	66
5.1.3	CONSISTENZA DELLA FORNITURA	66
5.1.4	VITA TECNICA MEDIA E AFFIDABILITÀ	68
5.1.5	ABACO ASCENSORI	69
5.1.6	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	70
5.1.6.1	Vincoli funzionali per l'accesso delle biciclette	70
5.1.7	COMPLESSO DI MANOVRA	71
5.1.8	DISPOSIZIONI PARTICOLARI	71
5.1.9	TESTATA E FOSSA DI ISPEZIONE	72
5.1.10	CABINA	72
5.1.11	BOTTONIERA DI CABINA	73
5.1.12	BOTTONIERE DEI PIANI	74
5.1.13	COMANDI DA PULSANTI	74
5.1.14	SEGNALAZIONI ACUSTICHE E LUMINOSE	74
5.1.15	PORTE DI PIANO	75
5.1.16	AUTOMATISMI PER LE PORTE DI CABINA E DEI PIANI	75
5.1.17	INTELAIATURA DELLA CABINA E APPARECCHI DI SICUREZZA PARACADUTE	75
5.1.18	GUIDE E STAFFE	75
5.1.19	SPAZIO DEL MACCHINARIO	76
5.1.20	LINEE ELETTRICHE	76
5.1.21	MESSA A TERRA	76
5.1.22	SICUREZZA, SORVEGLIANZA E SOCCORSO	77
5.1.23	SISTEMA DI COMUNICAZIONE PER I VVF	78
5.1.24	LIMITI DI FORNITURA IMPIANTISTICI VERSO L'ASCENSORE	79
<b>5.2</b>	<b>SCALE MOBILI</b>	<b>80</b>
5.2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	80
5.2.2	AMBIENTE DI FUNZIONAMENTO	80
5.2.3	VITA TECNICA MEDIA E AFFIDABILITÀ	81
5.2.4	ABACO SCALE MOBILI	82
5.2.5	CONSISTENZA DELLA FORNITURA	82
5.2.6	CARATTERISTICHE GENERALI	83
5.2.6.1	Generalità	83

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

5.2.6.2	Caratteristiche delle opere edili	84
5.2.6.3	Intercambiabilità	85
5.2.7	MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO	85
5.2.7.1	Funzionamento in regime normale	85
5.2.7.2	Funzionamento a vuoto	86
5.2.7.3	Funzionamento in regime di manutenzione	86
5.2.8	CARATTERISTICHE MECCANICHE ED ELETTRICHE	86
5.2.8.1	Traliccio	86
5.2.8.2	Piste dei gradini	87
5.2.8.3	Gradini	87
5.2.8.4	Pedate e alzate gradini	88
5.2.8.5	Corrimano	88
5.2.8.6	Balaustra ed elementi di finitura	89
5.2.8.7	Lubrificazione	89
5.2.8.8	Macchinari di trazione	89
5.2.8.9	Quadro elettrico e suoi collegamenti	89
5.2.8.10	Prese di corrente	90
5.2.8.11	Dispositivo di comando e segnalazione	90
5.2.8.12	Impianto di illuminazione	91
5.2.8.13	Cavi e vie cavi	91
5.2.8.14	Dispositivi di sicurezza	92
5.2.8.15	Prescrizioni di posa	93
5.2.8.16	Prove, verifiche funzionali e collaudi	93
5.2.8.17	Oneri addizionali	93
5.2.9	ALTRI ONERI GENERALI A CARICO DEL FORNITORE	94

## **6. CALCOLI ELETTRICI E DIMENSIONAMENTO DELLE VIE CAVI PRINCIPALI 94**

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 1. PREMESSA

### 1.1 Inquadramento generale

Il presente documento descrive gli allestimenti elettrici relativi alle opere non di Sistema da installarsi nella Stazione Verona (SVR) di nuova realizzazione nell'ambito della realizzazione della nuova linea 2 della metropolitana di Torino.

La progettazione degli impianti elettrici in oggetto in condizioni di esercizio "Normale" e di "Emergenza" si basa sui criteri e sui requisiti normativi applicabili e propedeutici al contesto, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/01/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".

Gli impianti suddetti dovranno essere installati in corrispondenza delle seguenti aree:

- Tutti i Livelli di Stazione;

Gli allestimenti elettrici prevedono le alimentazioni in Bassa Tensione ("Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua") definiti come impianti di:


- illuminazione ("Normale" e di "Emergenza");
- forza motrice "Normale";
- forza motrice per quanto riguarda i servizi di emergenza (carico di sicurezza alimentato entro 120 sec ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2) definiti come "Privilegiati";
- forza motrice per quanto riguarda le alimentazioni di sicurezza (carico alimentato entro 0,5 sec e per 120 min ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2) definiti come "No-break";
- Scale mobili e ascensori (impianti di movimentazione)

Tutti gli ambienti che rientrano nello scopo della presente progettazione sono identificati, ai sensi della norma CEI 64-8 [751.03.2], come Luoghi di Tipo A "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose".

Inoltre i locali dell'edificio in cui si dovranno realizzare gli impianti in progetto sono da considerarsi "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio" anche ai sensi dell'Allegato I del D.P.R 151-2011 e successive modifiche e integrazioni per la seguente attività:

- N°78 – "Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, con superficie coperta accessibile al pubblico superiore a 5.000 mq; metropolitane in tutto o in parte sotterranee".

Pertanto tutti gli impianti elettrici dovranno essere conformi a quanto previsto dal paragrafo 751 della Norma CEI 64-8 per gli ambienti di cui all'art. 751.03.1 della stessa norma.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Nei locali non sono presenti ambienti classificabili come “Luoghi con pericolo di esplosione” ai sensi della normativa vigente. Non verranno pertanto adottate installazioni ai sensi della normativa CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87), CEI 64, CEI 31-35-Ab, CEI 31-35-A-Ab.

Dovranno inoltre essere applicati anche i dettami del D.P.R. 462/2001 in merito al procedimento per la denuncia di dispositivi di messa a terra.

Si specifica inoltre che la progettazione impiantistica ha recepito, per quanto di competenza, le indicazioni del Comando VVF competente rese disponibili che dovranno necessariamente essere verificate nelle successive fasi di progettazione.


### 1.1.1 Concetto di Smart Station

Con l’emanazione del D.M. 26/06/2015 – “Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici”, funzionale alla piena attuazione della direttiva 2010/31/UE (testo consolidato nel2018), è richiesta la realizzazione degli impianti degli edifici secondo lo standard UNI EN 15232.

I principi base e le finalità della normativa UNI EN 15232 riguardano l’impatto dei sistemi BACS (Building Automation and Control Systems) e TBM (Technical Building Management) sulle prestazioni energetiche degli edifici. La normativa non si riferisce semplicemente a delle prescrizioni su come realizzare gli impianti di automazione edifici, ma fornisce un metodo per la stima dell’impatto dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La progettazione degli impianti della Linea 2 della Metropolitana, in termini di Smart Station nel rispetto della UNI EN 15232, si basa sulla valutazione della domanda energetica e dei consumi elettrici in termini di “best practices” massimizzando la richiesta di rendimento elettrico degli apparati ed utilizzando sistemi elettro-meccanici alimentati ad energia rinnovabile. È prevista pertanto l’adozione di sistemi di efficienza energetica attiva che hanno la funzione di massimizzare l’efficienza energetica degli impianti tecnici delle stazioni in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti profili di utilizzo e occupazione dei singoli ambienti.

L’obiettivo è quello di raggiungere, ai sensi della UNI EN 15232, la Classe A “HIGH ENERGY PERFORMANCE” che corrisponde a sistemi BAC e TBM “ad alte prestazioni energetiche” cioè con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all’impianto. Più in generale i dispositivi di controllo delle stazioni dovranno essere in grado di gestire gli impianti Elettrici e HVAC tenendo conto di diversi fattori (valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell’occupazione, sulla qualità dell’aria, ecc....) ed includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC e vari servizi dell’edificio (consumi carichi elettrici, illuminazione, etc.).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Per le principali tipologie applicative indicate dalla normativa, è prevista l'adozione delle seguenti misure:


- Illuminazione: utilizzo di corpi illuminanti a Led con gestione mediante Sistema ad Intelligenza Distribuita del tipo DALI (digital addressable lighting interface) o equivalente.
- Gestione dell'Energia: Sistema per il controllo dinamico dei parametri contabili e storici del profilo energetico dell'impianto che permette di evidenziare e prevenire le criticità che possono condurre a sprechi o guasti. Tale Sistema di monitoraggio dell'energia dovrà consentire opportunità per razionalizzare i costi e tutelare macchinari, impianti e servizi.
- Condizionamento:
  - è proposta la progettazione integrata, ove possibile, con sistemi geotermici, consentendo così di soddisfare parte della richiesta di energia per il raffrescamento della stazione tramite una pompa di calore con la possibilità di raggiungere valori elevati di EER (Energy Efficiency Ratio).
  - è da considerare parte integrante del concetto base dell'energy-recovery la gestione del sistema di condizionamento disponibile, sia in esercizio di ventilazione ordinaria che di condizionamento mediante il free-cooling nelle fasce orarie e negli ambiti termoigrometrici disponibili per la città di Torino.
  - per quanto concerne il sistema di ventilazione e condizionamento dedicato al rinnovo dell'aria primaria ed al conseguimento delle condizioni di comfort per i passeggeri si potranno mutuare le esperienze già realizzate per altre linee in termini di gestione in "real-time management", legando la portata dell'aria esterna alla reale presenza delle persone in stazione.

### 1.1.2 Analisi normativa di riferimento impianto elettrico

Sono di seguito descritti i principali riferimenti legislativi e normativi di riferimento che costituiscono la base della progettazione definitiva:

- Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Decreto del Ministero dell'Interno 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori".
- Eurocodici.
- Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).
- Norme ISO (International Organization for Standardization).
- Norme UNI EN – UNI ISO – UNI EN ISO.
- Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- Norme CNR (Consiglio Nazionale Ricerche).
- Norme UNIFER.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- Normative, Linee Guida e prescrizioni Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ASL.

### 1.1.3 Normative di riferimento progetto impiantistici elettrici

Come integrazione e specificazione di quanto descritto nella documentazione a base di gara, ai fini della redazione del Progetto Definitivo si elencano di seguito i principali riferimenti normativi impiantistici elettrici:

#### 1.1.3.1 Impianti elettrici

Legge 1/03/1968 - N° 168, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968:

- "Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte";
- "Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte".

Norma CEI 64-8 sesta edizione 2012 (e successive varianti) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";

Norma CEI 64-8/8-1 Anno 2016 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici".

Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni".

Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.".

Norma CEI 64-12 Anno 2019 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";


CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini. Principi generali".

CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio".

CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".

CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".

CEI 81-27 "Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione".

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87) - Anno 2016 – “Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas”.

CEI 64-2 - Anno 2001 - “Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione – Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive”.

CEI 31-35; Ab - Anno 2018 – “Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)”.

CEI 31-35; A, Ab - Anno 2018 – “Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)”: esempi di applicazione”.

UNI EN 12464/2 – Anno 2014 - “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno”.

UNI EN 12464/1- Anno 2011 - “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni”.

UNI UNIFER 8097 - Anno 2004 - “Metropolitane - Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie”.

UNI EN 1838 - Anno 2013 – “Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza”.

UNI EN 15232 - Anno 2017 – “Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici”, attuazione della direttiva 2010/31/UE (testo consolidato nel 2018).

UNI 8686-7 - Anno 1987 – “Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni. Locali di servizio per il pubblico.


Legge n.46 del 5/3/90 "Norme per la sicurezza degli impianti" (articoli non abrogati dal D.M. n°37 del 2008).

Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n.37 “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”.

D.M. 11 giugno 1992 - Approvazione dei modelli dei certificati di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali delle imprese e del responsabile tecnico ai fini della sicurezza degli impianti.

D.P.R. n°462 del 22/10/2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica competente per la zona.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.

Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.

Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.


Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.

Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.

Dlgs 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

EN 50575 (CPR UE305/11) "Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.

Norme CEI cavi applicabili".

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 2. IMPIANTI ELETTRICI

### 2.1 Descrizione generale

L'alimentazione elettrica lato Media Tensione a servizio della stazione, della trazione e della galleria è considerata all'interno del contesto primario degli apparati di Sistema non oggetto della presente specifica. In via descrittiva le alimentazioni in Media Tensione (provenienti da generatrici differenti localizzate dal sistemista tra quelle disponibili sul territorio ed attestate primariamente presso il comprensorio tecnico – deposito e lungo la linea) giungono nelle singole stazioni che ospitano la trasformazione da media in bassa tensione distribuendo alle varie aree l'energia elettrica attraverso il Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT-1 e QGBT-2) che costituisce il limite di batteria tra l'impiantistica di Sistema e non di Sistema. Pertanto il QGBT-1 e QGBT 2 rientrano nello scopo delle Opere di Sistema, mentre a partire dalle dorsali di alimentazione ad essi attestate l'impianto ricade nella competenza delle opere non di sistema. A partire da questa interfaccia la forza motrice viene indirizzata verso i quadri primari in bassa tensione costituiti principalmente da:


- quadri ventilatori di stazione;
- quadro locali tecnici di stazione;
- quadro condizionamento;
- quadro no-break;
- quadri di coordinamento antincendio e ventilazione (UCAV-S);
- quadro commutazione UPS (QCOMM);
- quadro livello atrio;
- quadro livello mezzanino;
- quadro livello banchina e galleria via 1 e via 2;
- quadri scale mobili;
- quadri ascensori;
- quadro luce sicurezza;
- quadri aggrottamento.

Da questi quadri principali saranno poi derivate ulteriori diramazioni secondarie, a servizio di utenze puntuali, distribuite e concentrate o verso i quadri di alimentazione terminale.

Le utenze di stazione saranno organizzate secondo tre tipologie differenti: Normali, Privilegiate (Servizi di Emergenza) ("Di sicurezza entro 120 secondi" ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2) e No-Break ("Di sicurezza entro 0,5 secondi" ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2).

Sono da considerarsi alimentazioni di tipo "Normale" ad esempio le seguenti:

- illuminazione ordinaria;
- prese di forza motrice di servizio;
- cavi scaldanti;
- ventilatori a servizio dei singoli locali tecnici;
- utenze di riscaldamento e climatizzazione;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- unità di trattamento aria primaria;
- pompe di circolazione;

Sono da considerare le alimentazioni di sicurezza (carico alimentato entro 0,5 s e per 120 min ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2), definiti come “No-break”:

- illuminazione di sicurezza;
- controllo accessi;
- impianto di rivelazione incendio;
- ascensori (funzioni emergenza);

Inoltre per quanto riguarda i servizi di emergenza (carico di sicurezza alimentato entro 120 s ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2), definiti come “Privilegiati”, saranno considerati i seguenti impianti:


- impianto di controllo fumi;
- lame d’aria/barriere fumo;
- impianti di pressurizzazione dei filtri (ove richiesti);
- ascensori di emergenza;
- scale mobili in funzione ed utilizzate durante l’esodo;
- impianti di estinzione incendi;
- varchi da aprire automaticamente in caso di emergenza.

Tra le utenze comprese nel tipo “Normale” si definiscono alcuni sistemi ritenuti utili in caso di emergenza. Tali servizi vengono definiti come “Privilegiati Ordinari”. Questa suddivisione ha lo scopo di prevedere diversi scenari di sgancio energia in base al tipo di emergenza in corso all’interno della stazione.

Facendo riferimento alle suddivisioni sopra descritte sarà previsto un sistema di sgancio energia che renda possibile sganciare le utenze seguendo la logica dei gruppi definiti. L’intervento potrà avvenire direttamente sulle bobine di apertura previste per ogni interruttore sul QGBT oppure considerando di dividere le sbarrature del quadro prevedendo appositi congiuntori tra un gruppo e l’altro.

In particolare non si prevede la presenza dei “gruppi elettrogeni”, di “punti di consegna dell’ente distributore diverso e indipendente da quello utilizzato per l’alimentazione ordinaria”, né di “una rete di distribuzione proprietaria del sistema metropolitano distinta da quella primaria.


La tipologia della rete elettrica è descritta al paragrafo successivo.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4


## 2.2 Carichi elettrici della stazione

Di seguito è riportata la tabella relativa ai carichi elettrici della stazione in funzionamento normale

<b>Stazione VERONA - SVR in funzionamento Normale</b>									
UTENZA	Circ.	N.ro ro	Pot. unit. (KW)	Pot. nom. (KW)	Ku	Kc	Pot. inst. Normale (KW)	Pot. inst. NB (KW)	Pot. inst. CPS (KW)
<b>UTENZE NON DI SISTEMA</b>									
<b>UTENZE DI GALLERIA</b>									
Illuminazione normale galleria (normalmente spenta)	ILL-EN	4	2,40	9,60	1	1	9,60		
Illuminazione NB 1 galleria (normalmente accesa)	NB1	4	2,40	9,60	1	1			9,60
Illuminazione NB 2 galleria (normalmente accesa)	NB2	4	2,40	9,60	1	1			9,60
Illuminazione vie di fuga	ILL-SEG	4	1,00	4,00	1	1			4,00
Forza motrice di galleria	FM-EN 1	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
Forza motrice di galleria	FM-EN 2	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
Forza motrice di galleria	FM-EN 3	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
Forza motrice di galleria	FM-EN 4	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
<b>UTENZE DI POZZO</b>									
Quadro QFMILL-NB Pozzo Novara	PNO	1	10,00	10,00	1	1		10,00	
Quadro QFMILL-NB Pozzo Verona	PVR	1	10,00	10,00	1	1		10,00	
UCAV-P Pzzo Verona PVR	UCAV-P PVR	1	3,00	3,00	1	1		3,00	
UCAV-P Pzzo Novara PNO	UCAV-P PNO	1	3,00	3,00	1	1		3,00	


 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

<b>UTENZE NORMALI DI STAZIONE</b>									
<b>Carichi meccanici</b>									
Ventilatore fumi di stazione	V1	1	75,00	75,00	1	1	75,00		
Ventilatore fumi di stazione	V2	1	75,00	75,00	1	1	75,00		
Ventilatori locali tecnici di sistema	VS1	1	30,00	30,00	1	1	30,00		
Serrande tagliafuoco	ST/SCF	50	0,30	15,00	1	0,2		3,00	
Ventilatori Lame d'aria	LAM	4	18,50	74,00	1	1	74,00		
Pompe Antincendio Idranti	PAI	2	11,00	22,00	1	0,5	11,00		
Pompe Antincendio Sprinkler	PAS	2	30,00	60,00	1	0,5	30,00		
Barriere fumo	BF	4	1,00	4,00	1	1	4,00		
Pompe Aggottamento Sottobanch.	AGG1	3	12,00	36,00	0,8	0,7	20,16		
Pompe Aggottamento Accessi	AGG2	4	2,50	10,00	0,5	0,5	2,50		
Pompe Rilancio acque nere	AGG3	1	6,00	6,00	1	0,2	1,20		
UTA 1 - Trattamento aria Staz.	UTA 1	1	80,00	80,00	1	0	-		
UTA 2 - Trattamento aria Staz.	UTA 2	1	80,00	80,00	1	0	-		
Pompe di circolazione - Circ. Primari	P1	6	3,00	18,00	0,8	0	-		
Pompe di circolazione - Circ. Second.	P2	4	1,50	6,00	0,8	0	-		
Pompe di circolazione - Circ. Recup.	P3	2	1,00	2,00	0,8	0	-		
CDZ locali tecnici NSYS	CDZ 1	2	20,00	40,00	1	0	-		
Unità esterne CDZ Loc. Tec. NSYS	UE 1	2	1,00	2,00	0,8	0			
CDZ locali tecnici Atrio	CDZ 2	1	5,00	5,00	1	0	-		
Unità esterne CDZ Loc. Tec. Atrio	UE 2	1	1,00	1,00	0,8	0			
CDZ locali tecnici SYS	CDZ 3	2	45,00	90,00	1	0	-		
Unità esterne CDZ Loc. Tec. SYS	UE 3	2	1,00	2,00	0,8	0	-		
Utenze minori di ventilazione	VENT	7	1,50	10,50	1	0,7	7,35		
Pressurizzazione antincendio Ppilot	PAJ	2	2,00	4,00	1	0,2	0,80		
Cavi scaldanti tubazioni antincendio	CSANT	2	2,00	4,00	1	0,1	0,40		
Cavi scaldanti tubazioni aggottamento	CSAGG	2	6,00	12,00	1	0,1	1,20		
<b>Ascensori e Scale Mobili</b>									
Ascensori	ASC	5	15,00	75,00	0,7 5	1	56,25		
Scale mobili	SM	7	15,00	105,00	0,7 5	1	78,75		

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4


<b>Illuminazione normale</b>									
Illuminazione normale di stazione EN	ILL	30	2,00	60,00	1	0,9	54,00		
Illuminazione emergenza di stazione NB (da QLS)	ILL-E	30	1,00	30,00	1	1			30,00
Altre utenze No Break	E	20	1,00	20,00	1	1		20,00	
<b>Utenze di forza motrice</b>									
Prese forza motrice	FM	20	3,00	60,00	0,5	0,4	12,00		
Tornelli ed emettitrici	TOR	12	1,00	12,00	1	0,5	6,00		
Cancelli accessi	CANC	2	3,50	7,00	1	0,5	3,50		
Apparati vari	APP	2	10,00	20,00	1	0,5	10,00		
<b>UTENZE DI SISTEMA</b>									
<b>Utenze di sistema</b>									
	SYS	1	45,00	45,00	1	1	45,00		
<b>Utenze di sistema</b>									
	SYS-E	1	20,00	20,00	1	1		20,00	
Totale Utenze Normali da Sistema KW							<b>616,71</b>		
Potenza apparente stimata finale (kW)							<b>616,71</b>		
Totale Utenze NO-BREAK KW								<b>69,00</b>	
Potenza apparente stimata finale (kW)								<b>69,00</b>	
Totale Utenze CPS KW									<b>53,20</b>
Potenza apparente stimata finale (kW)									<b>53,20</b>




 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Di seguito è riportata la tabella relativa ai carichi elettrici della stazione in emergenza con lo scenario 1 che rappresenta lo scenario a massimo impegno di potenza:


<b>Stazione VERONA - SVR in funzionamento Emergenza (scenario 1)</b>									
UTENZA	Circ.	N.ro ro	Pot. unit. (KW)	Pot. nom. (KW)	Ku	Kc	Pot. inst. Normale (KW)	Pot. inst. NB (KW)	Pot. inst. CPS (KW)
<b>UTENZE NON DI SISTEMA</b>									
<b>UTENZE DI GALLERIA</b>									
Illuminazione normale galleria (normalmente spenta)	ILL-EN	4	2,40	9,60	1	1	9,60		
Illuminazione NB 1 galleria (normalmente accesa)	NB1	4	2,40	9,60	1	1			9,60
Illuminazione NB 2 galleria (normalmente accesa)	NB2	4	2,40	9,60	1	1			9,60
Illuminazione vie di fuga	ILL-SEG	4	1,00	4,00	1	1			4,00
Forza motrice di galleria	FM-EN 1	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
Forza motrice di galleria	FM-EN 2	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
Forza motrice di galleria	FM-EN 3	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
Forza motrice di galleria	FM-EN 4	15	2,50	9,00	1	0,25	2,25		
<b>UTENZE DI POZZO</b>									
Quadro QFMILL-NB Pozzo Novara	PNO	1	10,00	10,00	1	1		10,00	
Quadro QFMILL-NB Pozzo Verona	PVR	1	10,00	10,00	1	1		10,00	
UCAV-P Pzzo Verona PVR	UCAV-P PVR	1	3,00	3,00	1	1		3,00	
UCAV-P Pzzo Novara PNO	UCAV-P PNO	1	3,00	3,00	1	1		3,00	

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

<b>UTENZE NORMALI DI STAZIONE</b>									
<b>Carichi meccanici</b>									
Ventilatore fumi di stazione	V1	1	75,00	75,00	1	1	75,00		
Ventilatore fumi di stazione	V2	1	75,00	75,00	1	1	75,00		
Ventilatori locali tecnici di sistema	VS1	1	30,00	30,00	1	1	30,00		
Serrande tagliafuoco	ST/SCF	50	0,30	15,00	1	0,2		3,00	
Ventilatori Lame d'aria	LAM	4	18,50	74,00	1	1	74,00		
Pompe Antincendio Idranti	PAI	2	11,00	22,00	1	0,5	11,00		
Pompe Antincendio Sprinkler	PAS	2	30,00	60,00	1	0,5	30,00		
Barriere fumo	BF	4	1,00	4,00	1	1	4,00		
Pompe Aggottamento Sottobanch.	AGG1	3	12,00	36,00	0,8	0,7	20,16		
Pompe Aggottamento Accessi	AGG2	4	2,50	10,00	0,5	0,5	2,50		
Pompe Rilancio acque nere	AGG3	1	6,00	6,00	1	0,2	1,20		
UTA 1 - Trattamento aria Staz.	UTA 1	1	80,00	80,00	1	0	-		
UTA 2 - Trattamento aria Staz.	UTA 2	1	80,00	80,00	1	0	-		
Pompe di circolazione - Circ. Primari	P1	6	3,00	18,00	0,8	0	-		
Pompe di circolazione - Circ. Second.	P2	4	1,50	6,00	0,8	0	-		
Pompe di circolazione - Circ. Recup.	P3	2	1,00	2,00	0,8	0	-		
CDZ locali tecnici NSYS	CDZ 1	2	20,00	40,00	1	0	-		
Unità esterne CDZ Loc. Tec. NSYS	UE 1	2	1,00	2,00	0,8	0			
CDZ locali tecnici Atrio	CDZ 2	1	5,00	5,00	1	0	-		
Unità esterne CDZ Loc. Tec. Atrio	UE 2	1	1,00	1,00	0,8	0			
CDZ locali tecnici SYS	CDZ 3	2	45,00	90,00	1	0	-		
Unità esterne CDZ Loc. Tec. SYS	UE 3	2	1,00	2,00	0,8	0	-		
Utenze minori di ventilazione	VENT	7	1,50	10,50	1	0,7	7,35		
Pressurizzazione antincendio Ppilot	PAJ	2	2,00	4,00	1	0,2	0,80		
Cavi scaldanti tubazioni antincendio	CSANT	2	2,00	4,00	1	0,1	0,40		
Cavi scaldanti tubazioni aggottamento	CSAGG	2	6,00	12,00	1	0,1	1,20		
<b>Ascensori e Scale Mobili</b>									
Ascensori	ASC	5	15,00	75,00	1	1	75,00		
Scale mobili	SM	7	15,00	105,00	0,7 5	1	105,00		
<b>Illuminazione normale</b>									

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Illuminazione normale di stazione EN	ILL	30	2,00	60,00	1	0,9	54,00		
Illuminazione emergenza di stazione NB (da QLS)	ILL-E	30	1,00	30,00	1	1			30,00
Altre utenze No Break	E	20	1,00	20,00	1	1		20,00	
<b>Utenze di forza motrice</b>									
Prese forza motrice	FM	20	3,00	60,00	0,5	0,4	12,00		
Tornelli ed emettitrici	TOR	12	1,00	12,00	1	0,5	6,00		
Cancelli accessi	CANC	2	3,50	7,00	1	0,5	3,50		
Apparati vari	APP	2	10,00	20,00	1	0,5	10,00		
<b>UTENZE DI SISTEMA</b>									
<b>Utenze di sistema</b>									
	SYS	1	45,00	45,00	1	1	45,00		
<b>Utenze di sistema</b>									
	SYS-E	1	20,00	20,00	1	1		20,00	
Totale Utenze Normali da Sistema KW							<b>661,71</b>		
Potenza apparente stimata finale (kW)							<b>661,71</b>		
Totale Utenze NO-BREAK KW								<b>69,00</b>	
Potenza apparente stimata finale (kW)								<b>69,00</b>	
Totale Utenze CPS KW									<b>53,20</b>
Potenza apparente stimata finale (kW)									<b>53,20</b>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 2.3 Fonte dell'alimentazione elettrica primaria

Gli impianti elettrici non di sistema saranno alimentati dal Quadro generale di bassa tensione (QGBT) suddiviso in QGBT 1 (derivato dal trasformatore MT/bt 1) e QGBT 2 (derivato dal trasformatore MT/bt 2), presenti nei locali dedicati di stazione. In sintesi nella stazione saranno installati n°2 trasformatori che porteranno la tensione primaria dal valore definito per la media tensione (22 kV) alla bassa tensione con la ridondanza e la morfologia ammessa dal D.M. 21/10/2015. Gli apparati dovranno essere ospitati nei locali tecnici ai sensi del Capo VII.3 e VII.4 dello stesso Decreto.

È prevista l'installazione di due dorsali di MT interconnesse in corrispondenza di n°5 diversi punti di adduzione (Cabine di Smistamento). Le dorsali sono configurate in radiale (anello aperto) con alimentazione bilaterale. Sarà possibile quindi alimentare tutte le cabine sottese a due punti di alimentazione da entrambi i lati.

Inoltre è prevista la possibilità di utilizzare altri scenari, quali alimentazione da entrambe le dorsali con apertura delle linee in una cabina MT/BT intermedia qualsiasi. Opportuni interblocchi elettrici, meccanici o logici, impediranno il parallelo (volontario o involontario), delle linee MT sottese a due punti di alimentazione, qualsiasi sia la configurazione della rete MT.

Come desumibile dall'elaborato 44\_MTL2T1A2DIELSVRK001-0-0 IMPIANTI NON DI SISTEMA – STAZIONE VERONA , IMPIANTO ELETTRICO E FORZA MOTRICE, SCHEMA GENERALE IMPIANTO DI BASSA TENSIONE, con origine dalle Cabine di Smistamento verranno raggiunte le Cabine MT/BT di Stazione (sono previste n°2 Cabine MT/BT alimentate da dorsali diverse) mediante la distribuite dei cavi di MT in percorsi separati sulle due vie di linea (via 1 e via 2).


E' prevista la posa in passerelle/cunicoli, lungo la linea, mentre in prossimità delle stazioni le dorsali saliranno nei cavedi verticali con percorsi compartimentati, fino ad arrivare ai due locali Media Tensione.

Il Sistema è pertanto caratterizzato da una doppia ridondanza:

- Due dorsali di Media Tensione con possibilità di alimentazione da n°5 punti distinti dell'intera Linea
- Due cabine di MT/BT per la Stazione alimentate da due dorsali distinte, con possibilità di alimentazione dei carichi elettrici da una delle due in caso di fuori servizio dell'altra

In generale il QGBT della Stazione sarà così conformato:

- Sezione A (QGBT-1): alimentato per mezzo del Trasformatore 1 da linea di media tensione ridondante e indipendente;
- Sezione B (QGBT-2): alimentato per mezzo del Trasformatore 2 da linea di media tensione ridondante e indipendente;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Le due sezioni saranno fisicamente separate ed installate in locali separati. Le barrature delle due sezioni saranno collegate tramite blindosbarra attestata sui congiuntori by-pass per permettere di commutare tutto il carico su un unico trasformatore. Ciascun trasformatore è pertanto dimensionato per supportare la totalità del carico elettrico di Stazione (back-up 100%), sia in condizioni di funzionamento "Normale" sia in condizioni di "Emergenza".

Nel funzionamento ordinario il carico elettrico verrà suddiviso sui due trasformatori e il congiuntore dei QGBT sarà pertanto in condizioni di "aperto".

### 2.3.1 Distribuzione primaria


La distribuzione principale comprende tutte le linee che dal Quadro Generale di Bassa Tensione alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite.

Le condutture in media, bassa tensione e di segnale nelle gallerie, nelle stazioni e in tutti gli altri ambienti accessibili al pubblico dovranno essere conformi alle prescrizioni previste, in materia di controllo del rischio di innesco e propagazione degli incendi, dalle norme tecniche vigenti per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento.

Per impedire la propagazione del fuoco, le suddette linee dovranno essere realizzate in cavi a bassa emissione di fumi e gas corrosivi (LSZH - Low smoke zero halogen) ai sensi del Capo VII.5 ed in accordo con le vigenti norme di prodotto.

In particolare con la pubblicazione della norma EN 50575, nell'elenco delle norme armonizzate per il Regolamento CPR 305/2011, anche i cavi elettrici dovranno essere marcati CE ai sensi del Regolamento CPR. I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco identificate dalle lettere da «F» a «A» e dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni crescenti. Oltre a questa classificazione principale, le Autorità Europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti parametri aggiuntivi: s (opacità dei fumi), d (gocciolamento di particelle incandescenti), a (acidità che definisce la pericolosità dei gas e fumi per le persone e la corrosività per le cose). Nel caso in oggetto, trattandosi di infrastruttura metropolitana risulta necessario, essendo luogo dove il rischio relativo all'incendio è particolarmente elevato con la presenza di pubblico e possibili alti indici di affollamento, l'impiego di cavi del tipo FG18(O)M16 o FG18(O)M18 con classe di reazione al fuoco B2ca- s1a,d1,a1.

In conformità a quanto disposto al Capo VII.5, per le utenze no-break (con continuità di alimentazione) dovranno essere impiegati cavi resistenti al fuoco con requisito P o PH non inferiore a 60, se non è possibile per essi prevedere un percorso protetto almeno REI 60. Inoltre dovranno essere utilizzati, nell'eventualità di percorso non protetto REI, accessori di installazione (es. cassette e sistemi di derivazione, etc.) che non pregiudichino la continuità di funzionamento dei cavi resistenti al fuoco. A tal proposito i cavi per i servizi di sicurezza e per i servizi di emergenza (come sopra definiti), se distribuiti in canaline non protette REI, dovranno essere posati in sistemi certificati secondo la DIN 4102 rispetto la resistenza al fuoco (mantenimento funzionale fino a 90 minuti fino ad una temperatura di 1000°C).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

In questa fase di progettazione è prescritto l'utilizzo di cavi resistenti al fuoco 120 min del tipo FTG18(O)M16 [norma CEI 20-45, CEI EN 50200, CEI EN 50362].

Inoltre anche le utenze considerate "Privilegiate" dovranno essere alimentate mediante cavi con caratteristiche analoghe alle utenze "No-Break". A titolo di esemplificativo ma non esaustivo dovranno essere alimentate mediante cavi resistenti al fuoco:

- Ventilatori estrazione fumi di stazione
- Gruppi di pressurizzazione antincendio
- Ventilatori a servizio delle lame d'aria
- Sistemi di pressurizzazione filtri
- Ascensori
- Scale mobili

Ai sensi della norma CEI 64-8 paragrafo 751.04.2.7 si dovranno utilizzare dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300mA anche ad intervento ritardato. Inoltre quando non sia possibile, per esempio per necessità di continuità di servizio, proteggere i circuiti di distribuzione con dispositivo a corrente differenziale avente corrente differenziale non superiore a 300mA, anche ad intervento ritardato, si potrà ricorrere, in alternativa, all'uso di un dispositivo differenziale con corrente differenziale non superiore a 1 A ad intervento ritardato.


Sono escluse dalle prescrizioni di cui sopra le condutture facenti parte di circuiti di sicurezza. Per le suddette condutture si è verificato l'intervento della protezione magnetica per cortocircuito minio a fine linea

Dovranno essere, infine, predisposte sigillature antincendio per tutte le aperture di passaggio cavi relative a pareti o solai compartimentati: i setti tagliafiamma, nelle modalità di posa previste, dovranno essere provvisti di certificazione di tenuta REI per la classe stabilita, rilasciata dal Ministero dell'Interno o da altro Istituto o Laboratorio nazionale o estero riconosciuto.

### 2.3.2 Quadri di Stazione (secondari e a servizio delle utenze concentrate)

Dal Quadro Generale di Bassa Tensione saranno alimentati i quadri secondari destinati all'alimentazione delle utenze distribuite (essenzialmente apparecchi illuminati e prese f.m.), ma anche di alcune utenze concentrate di secondaria importanza, che non è opportuno derivare direttamente dal quadro primario.

Le utenze concentrate più importanti (ventilatori, scale mobili, ascensori, pompe ecc.) saranno corredate di quadri direttamente alimentati dal QGBT; alcuni di questi quadri (per ascensori, scale mobili, pompe antincendio a norme UNI 12845 ecc.) sono normalmente a corredo dell'apparecchiatura alimentata. Nel caso delle scale mobili e degli ascensori dovrà comunque essere prevista l'installazione di quadri di sezionamento posizionati in corrispondenza dell'utenza e nei pressi della stessa. L'operatore dovrà pertanto poter utilizzare tali quadri come sezionamento di sicurezza in caso di

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

interventi sulle apparecchiature. Poiché le stazioni potrebbero essere non presidiate, devono essere previsti comandi a distanza e le necessarie segnalazioni verso l'interfaccia con il sistema automatico di esercizio della linea metropolitana. In particolare pertanto tutti i quadri a servizio delle suddette apparecchiature dovranno essere dotate di una sezione "No-break" per l'alimentazione degli apparati di Supervisione e Controllo.

Alcuni quadri principali di piano, come meglio riportato sugli schemi dei quadri elettrici, dovranno essere dotati una doppia sezione, "Normale" e "No- Break". Da tale sezione verranno alimentate, oltre agli apparati di Supervisione e Controllo, anche le utenze di sicurezza presenti nelle zone di competenza del quadro stesso.

I quadri di alimentazione delle serrande relative agli impianti di ventilazione saranno anch'essi alimentati in continuità (da UPS) al fine di garantire il funzionamento anche in caso di mancanza della tensione.

Si precisa che:

Le serrande tagliafuoco saranno di tipo normalmente chiuso e lavoreranno pertanto per mancanza tensione (sicurezza positiva) al fine di assicurarne l'intervento anche in caso di mancanza rete.


Le serrande controllo fumi, che verranno utilizzate anche nel funzionamento ordinario, sono normalmente chiuse oppure aperte in funzione dell'assetto di funzionamento. Le stesse non hanno molla non sono pertanto prevedibili interventi intempestivi in quanto non possono variare la loro posizione se non comandate dal BMS. Come già sopra indicato le stesse sono alimentate da UPS quindi possono "lavorare" anche in assenza di tensione da rete.

### 2.3.3 Vie cavi distribuzione primaria

La distribuzione delle vie cavi principale comprende tutte le canalizzazioni atte a contenere le linee che dal Quadro Generale di Bassa Tensione alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite. Dovranno essere previste le seguenti tipologie di vie cavi all'interno del corpo stazione e distribuite a tutti i livelli della stessa:

- sistemi di canaline in acciaio zincato a caldo, di passerelle asolate e a traversini e una gamma completa di accessori per il montaggio a parete e a soffitto, a servizio delle linee di alimentazione "Normali";
- sistemi di canaline in acciaio zincato a caldo, di passerelle asolate e a traversini e una gamma completa di accessori per il montaggio a parete e a soffitto tali da garantire il mantenimento funzionale dell'impianto anche in caso di incendio fino a 90 minuti e una temperatura di 1.000 °C (classi da E30 a E90 secondo DIN 4102 parte 12), a servizio delle linee di alimentazione "Privilegiate";
- sistemi di canaline in acciaio zincato a caldo, di passerelle asolate e a traversini e una gamma completa di accessori per il montaggio a parete e a soffitto tali da garantire il mantenimento funzionale dell'impianto anche in caso di incendio fino a 90 minuti e una temperatura di 1.000



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

°C (classi da E30 a E90 secondo DIN 4102 parte 12), a servizio delle linee di alimentazione "No-break".

### 2.3.4 Distribuzione secondaria per alimentazione corpi illuminanti e prese f.m.

#### 2.3.4.1 Linee dorsali

Sono comprese tutte le linee per alimentazione luce e prese f.m. in partenza dai quadri secondari, in generale:

per le utenze ordinarie verranno impiegati cavi classificati, secondo il Regolamento CPR 305/2011, per ambienti a rischio alto del tipo FG18(O)M16 o FG18(O)M18;

per le utenze No-break " e per eventuali utenze "Privilegiate" verranno impiegati cavi resistenti al fuoco, a norme CEI 20-36– CEI 20-45 (tipo RF31-22 – FTG18(O)M16) dello stesso tipo indicato per la distribuzione primaria.

#### 2.3.4.2 Derivazione alle utenze "Normali"

Sono comprese tutte le derivazioni, a partire dalle cassette sulle dorsali, fino alle singole apparecchiature illuminanti ed alle prese f.m.

Per i circuiti potranno essere usati cavi c.s., oppure anche conduttori unipolari rispondenti alle stesse norme CEI: in questo caso i conduttori dovranno essere canalizzati in tubazioni di acciaio zincato (serie leggera), con cassette metalliche stagne (IP55 almeno). In ogni caso, anche quando si utilizzino cavi con doppio isolamento e pressacavi, tutti i conduttori dovranno essere distribuiti all'interno di tubazioni in acciaio zincato in modo tale da conferire idonea protezione meccanica.

#### 2.3.4.3 Derivazione alle utenze "No-break"

Sono comprese tutte le derivazioni, a partire dalle cassette sulle dorsali, fino alle singole apparecchiature illuminanti di emergenza o di forza motrice in continuità assoluta.


Per i circuiti dovranno essere usati cavi a norme CEI 20-36 – CEI 20-45 (tipo RF31-22 – FTG18(O)M16) con isolamento in elastomero, a doppio isolamento, tensione di prova 4 kV, tensione nominale 600/1000 V.

I conduttori dovranno essere canalizzati mediante sistemi in tubazioni di acciaio zincato tali da garantire il mantenimento funzionale dell'impianto anche in caso di incendio fino a 90 minuti e una temperatura di 1.000 °C (classi da E30 a E90 secondo DIN 4102 parte 12).

Dovranno inoltre essere utilizzate cassette di derivazioni in lega di alluminio UNI EN 1706, resistente al fuoco 850°C per 90 minuti (CEI EN50200), costituita da:

- ingresso e uscita cavi multipolari con raccordi metallici per tubo metallico



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- derivazione cavi con presa CEE 2P+T, 16A, 230V
- morsettiera 4 poli da 16mm<sup>2</sup> con barre in ottone fissate su base ceramica
- protezione della derivazione (fase) tramite base portafusibili in ceramica con fusibile 4A
- morsetto di terra interno ed esterno
- grado di protezione IP66

In ogni caso, tutti i conduttori dovranno essere distribuiti all'interno di tubazioni in acciaio zincato in modo tale da conferire idonea protezione meccanica.

#### **2.3.4.4 Prese f.m. di Stazione**

Le tipologie di prese previste sono di seguito dettagliate:

Quadretto prese IP67 (tipo A), così costituito:

- base modulare completa di scatola di derivazione, raccordi e manicotti;
- n. 1 presa IEC 60309 di tipo industriale, con interblocco meccanico ed interruttore rotativo, base portafusibili e fusibili, IP66/67, 3P+T, 400 V, 32 A, colore rosso, contatto di terra 6h;
- n. 1 presa c.s., ma 2P+T, 230 V, 16 A, colore blu, contatto di terra 6h.

Quadretto prese Vigili del fuoco VVF (tipo B), alimentato da circuito NB, così costituito:

- n. 4 prese 2 x 10/16A+T di tipo schuko di colore rosso;
- n. 1 interruttore magnetotermico differenziale 2 x 16 A+T, Idn 0,03A.

#### **2.3.4.5 Apparecchi di sezionamento e comando utenze Privilegiate**


In corrispondenza di ogni utenza destinata a funzioni di sicurezza antincendio (quali ventilatori estrazione fumi, ventilatori lame d'aria, ecc.), in opportuna collocazione, dovrà essere predisposto un apparecchio rotativo di sezionamento e comando, avente le seguenti caratteristiche:

- Realizzazione in lega di alluminio
- Resistenza al fuoco 850°C per 90 minuti (EN50200)

Resistenza al fuoco 400°C per 120 minuti (ANAS/2009)

#### **2.3.4.6 Apparecchi di comando alimentazione motori**

In corrispondenza di ogni motore, in opportuna collocazione, dovrà essere predisposto un apparecchio rotativo di comando, con dati tecnici e prestazioni proporzionate alla potenza del motore, con maniglia lucchettabile di blocco: esso consentirà l'interruzione certa dell'alimentazione agli operatori per eventuali interventi sulla macchina, in conformità al D.lgs. 81/2008.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 2.3.5 Gruppi di continuità trifasi (UPS)

Per gli impianti di illuminazione di sicurezza, per l'alimentazione del sistema di segnalamento e controllo ed in generale per il sistema di supervisione, saranno previsti gruppi statici di continuità con ridondanza interna (a doppia conversione, forma d'onda sinusoidale, distorsione < 0,08 secondo IEC 61000-2 con carico sia lineare che non lineare) e con bypass automatico in caso di guasto (o altra forma ammissibile) dedicati in ogni stazione, ai sensi del Capo VII.2.

Gli UPS dovranno essere conformi alla norma CEI EN 50171 "Sistemi di alimentazione centralizzata" che definisce le caratteristiche costruttive dei sistemi di emergenza definiti Central Power Supply System (CPSS).

I suddetti gruppi statici di continuità saranno del tipo "ON-LINE" (inverter erogante normalmente sul carico) con il compito di garantire la continuità di alimentazione al carico, con tensione e frequenza stabilizzate, sia in presenza che in assenza della tensione di rete, immagazzinando energia durante la presenza della tensione di rete e restituendola quando questa viene a mancare.

Per l'alimentazione dei servizi privilegiati è prevista l'installazione di nr. 2 UPS in configurazione "Ridondante Parallela" in modo tale da garantire la ridondanza dell'alimentazione dei sistemi di sicurezza in percentuale del 100% e la stessa durata dei componenti.


Per l'alimentazione dell'illuminazione di sicurezza è prevista l'installazione di nr. 1 CPSS. Il sistema CPS-QLS dovrà garantire, oltre all'alimentazione degli apparecchi, le funzionalità descritte al par. 2.5

Le suddette apparecchiature dovranno essere conformi alle norme EN 50091-1-1, EN 50091-1-2, EN 50091-2, ENV 50091-3, EN 50272-2. La principale funzione degli UPS sarà fornire energia elettrica condizionata, affidabile e senza interruzioni ad un carico critico. Dovrà essere previsto un sistema tale da eliminare il rischio di "single point of failure".

I componenti principali costituenti l'apparecchiatura sono:

- raddrizzatore carica batterie: prelevando energia dalla rete di alimentazione, attua la conversione da alternata in continua per l'erogazione contemporanea alla batteria ed all'inverter;
- batteria: rappresenta la riserva autonoma di energia (con autonomia 2 ore);
- inverter: attua la conversione da continua in alternata filtrata e stabilizzata, ed è dedicato all'alimentazione del carico utilizzatore;
- commutatore statico: trasferisce al carico la tensione alternata proveniente dall'inverter o dalla rete di emergenza;
- by-pass: permette di escludere l'apparecchiatura per operazioni di manutenzione senza disalimentare il carico.

La caratteristica di queste apparecchiature, dovrà consentire alle utenze di non risentire di alcuna interruzione nell'alimentazione ai sensi del Capo VII.2.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Gli ingressi ed uscite degli UPS saranno collegati ad apposito quadro di commutazione QCOMM per permettere le diverse configurazioni di funzionamento mantenendo la continuità di esercizio, in sintesi:

- funzionamento parallelo (condizione ordinaria)
- commutazione su bypass statico della singola macchina (per sovraccarico, guasto o mancanza rete primaria)
- funzionamento singolo con alimentazione del 100% del carico
- scollegamento totale di una macchina per sostituzione

### 2.3.6 Predisposizioni per impianto di supervisione

Gli impianti di supervisione da prevedere all'interno delle Opere di Sistema dovranno consentire il controllo centralizzato delle varie sottosezioni degli impianti non di Sistema da un unico Posto Centrale di Controllo, normalmente ubicato all'interno del Compensorio tecnico (Deposito).

In merito al sistema di interfacciamento per la comunicazione "da" e "verso" gli apparati di stazione (Unità di controllo e supervisione) verranno quindi considerate le varie interfacce di segnale e/o convertitori di protocollo, le morsettiere, i cavi, le vie cavi e quant'altro necessario per interconnettere alla linea bus tutte le apparecchiature degli impianti "non di sistema", per rendere possibile il loro controllo centralizzato.


I principali impianti controllati, sono i seguenti:

- ascensori;
- scale mobili;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti antincendio (rivelazione incendi, sistemi di spegnimento automatico, sistemi di protezione delle vie di esodo);
- quadri per impianti elettrici (forza motrice ed illuminazione);
- impianti meccanici (pompe di aggettamento, condizionamento are pubbliche di stazione e locali tecnici, sollevatori acque nere, cancelli motorizzati ecc.);
- impianti varchi ed emettitrici.

A seconda della tipologia degli impianti, l'interfacciamento sarà di tipo seriale (con standard da definire), oppure non seriale (morsettiere).

### 2.3.7 Impianti di terra e di protezione contro le correnti vaganti

Gli impianti di terra e di protezione contro le correnti vaganti delle stazioni e della linea della Metropolitana Automatica dovranno essere progettati in conformità alle prescrizioni delle norme CEI EN 61936-1, CEI EN 50522, CEI EN 50119, CEI 50122-1, CEI EN 50122-2, CEI EN 50122-3, CEI 64-8/1-7.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Gli impianti elettrici nelle stazioni ed in galleria sono alimentati in bassa tensione da apposite cabine di trasformazione ubicate nei locali tecnici di ogni stazione, facenti parte degli impianti di Sistema.

Gli impianti di terra delle stazioni e delle gallerie non sono metallicamente connessi, per impedire la propagazione delle correnti vaganti ed i sistemi di distribuzione sono i seguenti:

- nelle stazioni, sedi delle cabine di trasformazione, i conduttori di neutro e di protezione sono separati ma connessi allo stesso impianto di terra (i centro-stella dei trasformatori sono connessi agli impianti di terra delle stazioni), e pertanto la distribuzione è del tipo TN-S;

L'impianto di terra sarà realizzato all'interno dell'area di stazione, tramite dispersore a maglia immerso nel terreno come da elaborati grafici di riferimento e collegato al quadro elettrico generale di BT (QGBT) ed ai quadri primari tramite una barra equipotenziale, installata all'interno dei rispettivi locali.

Dalla suddetta barra saranno derivate:

- le linee dirette ai quadri elettrici secondari;
- le linee dirette agli utilizzatori.

L'impianto equipotenziale sarà realizzato mediante il collegamento all'impianto di terra di protezione di tutte le masse metalliche presenti in ogni area di stazione e di tutte le apparecchiature, tubazioni e canali (come ad esempio i canali dell'impianto elettrico, i canali dell'impianto di condizionamento, ecc.)

Per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali, saranno utilizzati conduttori unipolari di tipo FG17 in esecuzione non propagante l'incendio e la fiamma e a ridotta emissione di gas corrosivi.


I conduttori saranno contraddistinti dal colore giallo-verde, colore che non dovrà assolutamente essere utilizzato per i conduttori appartenenti a circuiti diversi da quello di terra.

In ogni caso gli impianti di terra e di protezione contro le correnti vaganti delle stazioni e della linea della Metropolitana Automatica dovranno essere progettati ed armonizzati con la progettazione elettrica di Sistema.

### **2.3.8 Predisposizioni impianto bigliettazione automatica e controllo accessi; connessione UCAV-S (di stazione), UCAV-P (di pozzo)**

Nel contesto delle opere civili e gli impianti "non collegati al sistema ferroviario" è prevista l'installazione di due dorsali di fibra ottica a servizio dei presenti sistemi:

- Cavo a 72 fibre ottiche monomodale (per la connessione degli apparati attivi per sistemi quali, concentratore tornelli, sistema POS ed emettitrici tra stazione a monte e stazione a valle, controllo accessi, ecc.);
- Cavo a 72 fibre ottiche monomodale (per interfacciamento Unità di Controllo Antincendio di Pozzo (UCAV-P), con l'Unità di Controllo Antincendio della Stazione (UCAV-S) a monte).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Tali dorsali dovranno essere posate all'interno di tubazioni in polifora distribuite all'interno della galleria fino all'ingresso delle singole stazioni o dei pozzi di intertratta. La distribuzione all'interno della Stazione fino al relativo concentratore (per i servizi di bigliettazione automatica, tornelleria ecc.) o apparato interno all'UCAV-S/UCAV-P (per i servizi antincendio) dovrà avvenire o per mezzo di canaline in acciaio zincato a caldo o in tubazioni in acciaio inox. Allo stesso modo dovranno essere predisposte delle vie cavi all'interno dei tronchini e delle canne dei pozzi per consentire l'attestazione del cavo FO all'interno degli apparati previsti.

Le predisposizioni per impianto bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni si riferiscono sia al suddetto cavo a fibra ottica, che viene utilizzato per la trasmissione delle informazioni relative al sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi (varchi), delle stazioni della metropolitana, sia alle predisposizioni impiantistiche per la rete elettrica e di collegamento fisico e logico delle apparecchiature costituenti il sistema stesso.

Queste sono sviluppate e comprendono, con la funzione di predisporre per il sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni:

- (atrio stazioni) le alimentazioni elettriche delle apparecchiature che costituiscono il sistema;
- (atrio stazioni) le vie cavi che permettono di collegare "fisicamente" e "logicamente" le apparecchiature che costituiscono il sistema;
- (atrio stazioni) Rack "Concentratore di Stazione" per l'attestazione dei cavi ethernet di gestione degli apparati
- (galleria di linea e sottobanchina stazioni) cavo a fibra ottica e vie cavo relative, che permettono il trasferimento delle informazioni dalle stazioni verso il Posto Centrale della Bigliettazione (Comprensorio tecnico - Deposito) e viceversa.

Le apparecchiature che costituiscono il sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni della metropolitana, sono:


- varchi di passaggio normali;
- varchi di passaggio disabili;
- emettitrici dei titoli di viaggio;
- concentratore di stazione (in generale ubicato in apposito locale).

### 2.3.9 Predisposizioni per sistemi informativi, pubblicità, ecc.

Esse si riferiscono alle predisposizioni impiantistiche per l'alimentazione elettrica ed il collegamento logico delle apparecchiature costituenti i seguenti impianti:

- circuiti informativi – dati;
- pubblicità;
- progetti di diffusione comunicazione interna.

Tali predisposizioni dovranno quindi fare parte del contesto progettuale dedicato allo scopo di mettere in grado l'infrastruttura di ricevere informazioni dai circuiti esterni di superficie legati, ad esempio, alla predisposizione di monitor informativi per i passeggeri in relazione allo stato delle linee di superficie,

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

a consentire l'alimentazione e la gestione dei circuiti pubblicitari che saranno ammessi in stazione, a consentire lo sviluppo di linee dedicate al flusso comunicativo interno al circuito metropolitana come ad esempio, ma non limitatamente, al contesto "metrò d'arte".

A tal proposito potranno essere utilizzate le predisposizioni di stazione dedicate in termini di alimentazione elettrica, predisposizione di vie cavi, ed eventuali supporti in cavo a fibra ottica.

### 2.3.10 Impianti di illuminazione normale ed emergenza

Come richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6) la stazione sarà dotata di un impianto di illuminazione ordinaria e di riserva al fine di garantire, eventualmente con il contributo degli impianti di sicurezza, le prestazioni richieste dalla norma UNI UNIFER 8097. La progettazione degli impianti ed il posizionamento degli apparati devono essere tali da minimizzare il degrado funzionale in caso di guasto o fuori servizio del servizio di illuminazione ordinario. Come condizione ammissibile di degrado, in condizioni di esercizio normale, si ammette un valore dell'illuminamento residuo  $> 50\%$  del valore minimo nominale di progetto indicato dalla UNI UNIFER 8097.

Più in particolare i valori di riferimento illuminotecnici minimi per le diverse zone, riportati nel documento di calcolo, sono stati desunti dal prospetto 1 della citata Norma. Sempre con riferimento al prospetto 1 debbono ottenersi i livelli prescritti di uniformità (per la disposizione dei corpi illuminanti) e di resa dei colori (per la scelta del corpo illuminante). L'illuminazione relativamente agli accessi ed agli ascensori verrà comandata mediante sensori crepuscolari e/o orologi programmabili.

## 2.4 Illuminazione normale


Dovranno essere rispettate le prescrizioni contenute nel D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008, nonché le norme UNI EN 12464-1 e UNI UNIFER 8097.

L'illuminazione artificiale dovrà assicurare una buona visibilità negli ambienti normalmente frequentati dagli utenti e dagli addetti al servizio.

Gli ambienti possono essere così distinti:

- ambienti nei quali il pubblico non è ammesso (locali tecnici e zone di servizio);
- aree aperte al pubblico (atrio con biglietteria e varchi, scale fisse e mobili, ascensori, mezzanino, banchine).

Nei locali tecnici, con possibilità di accesso solo per gli addetti al servizio (compreso il sottobanchina), dovrà essere conseguito un valore di illuminamento medio, sul piano di lavoro a 80 cm dal suolo, non inferiore a 200 lux, con l'impiego di apparecchi a Led adeguati al locale di installazione, con l'eccezione

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

del locale PET (e di tutti i locali contenenti apparati di Supervisione e Controllo), nel quale deve essere previsto l'impiego di apparecchi illuminanti a led per locali con videoterminali, con compiti visivi severi e illuminamento medio non inferiore a 500 lux.

Nei corridoi tra locali tecnici, l'illuminamento medio non dovrà essere inferiore a 100 lux, da conseguire sempre con apparecchi a Led adeguati.

Nelle aree aperte al pubblico l'illuminamento al suolo (superficie sensibile del luxmetro a 10 cm dal suolo) dovrà essere comunque non inferiore a 100 lux, con coefficienti di uniformità Emin/Emax non inferiori a 1/4.

Gli apparecchi illuminanti da impiegare potranno avere caratteristiche determinate anche dalle finiture architettoniche: si deve prevedere però l'impiego di apparecchi per lampade con temperature di colore da 3000 a 4500 K e con indice di resa dei colori  $R > 65$ .

Anche negli ambienti aperti al pubblico gli apparecchi dovranno avere caratteristiche stagne, in dipendenza delle condizioni di umidità e polverosità degli ambienti stessi.

#### **2.4.1 Sistema ad intelligenza distribuita**

L'impianto di illuminazione della stazione sarà gestito per mezzo di un Sistema ad Intelligenza Distribuita del tipo DALI (digital addressable lighting interface) o equivalente. Il Sistema ad Intelligenza Distribuita dovrà utilizzare un protocollo di comunicazione integrato negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti. Lo standard utilizzato dovrà avere la caratteristica di essere non proprietario per garantire l'intercambiabilità tra gli alimentatori elettronici di diversi produttori. Tale Sistema dovrà consentire di controllare i singoli apparecchi di illuminazione associando un proprio indirizzo ad ogni alimentatore. Mediante il Sistema ad Intelligenza Distribuita dovrà essere possibile impostare e modificare la configurazione dell'intera illuminazione di stazione senza prevedere interventi di ricablaggio.


Inoltre il Sistema ad Intelligenza Distribuita dovrà consentire la programmazione di determinati scenari comandando l'alimentatore elettronico dei corpi illuminanti o gli attuatori predisposti.

Il Sistema ad Intelligenza Distribuita dovrà poter essere integrato per mezzo di interfacce specifiche con il sistema "BMS" di stazione (KONNEX, EIB, LON, BACNET o equivalente).

La Stazione sarà inoltre dotata di sensori di luminosità per garantire la regolazione dell'intensità luminosa sulla base di eventuali scenari previsti (stazione aperta, stazione in manutenzione, stazione in emergenza, ecc.) o sulla base del contributo di illuminazione naturale.

Per la comunicazione tra i vari dispositivi saranno pertanto distribuiti i seguenti cavi (oltre a quelli relativi all'alimentazione dei corpi illuminanti):



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- Cavo BUS DALI o equivalente: cavo a doppio isolamento in PE twistato schermato 1 coppia non polarizzato del tipo LSZH (CEI 20-11 qualità M1, EN 50363). Max. Distanza dalla centrale al dispositivo più distante 300 m. Sezione: fino a 150m: 1.5mm<sup>2</sup> - fino a 300m: 2.5mm<sup>2</sup>;
- Cavo BUS certificato KNX o equivalente: 1x2x0,8mm<sup>2</sup>, twistato e schermato del tipo LSZH (CEI 20-11 qualità M1, EN 50363). Massima lunghezza dalla centrale al dispositivo bus più distante: 350m. Massima lunghezza della linea tra due dispositivi bus: 700m. Lunghezza totale di tutti i cavi della linea bus: 1.000m.

#### 2.4.2 Caratteristiche corpi illuminanti

I corpi illuminanti dovranno essere perfettamente integrati con le finiture previste nelle varie stazioni e pertanto le caratteristiche estetiche, oltre che quelle funzionali, saranno definite sulla base delle esigenze architettoniche. In linea generale comunque è prevista l'installazione di varie tipologie di corpi illuminanti nei diversi locali/ambienti di stazione. Le caratteristiche tecniche degli apparecchi di riferimento sono riportate sul documento calcoli illuminotecnici

### 2.5 Illuminazione di sicurezza

In conformità a quanto richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6) tutti gli ambienti accessibili al pubblico ed al personale di servizio delle stazioni devono essere dotate di un sistema di illuminazione di sicurezza ridondante costituito da almeno un impianto con apparecchi dotati di alimentazione centralizzata e un impianto con apparecchi autoalimentati.


Gli impianti predetti dovranno assicurare i complessivi livelli di illuminamento previsti dalle norme:

- Banchine di stazione, scale fisse, scale mobili e percorsi protetti: 10 lux;
- Altri ambienti aperti al pubblico: 5 lux;
- Ambienti accessibili esclusivamente al personale tecnico: 2 lux.

Gli apparecchi illuminanti disposti lungo le vie di esodo dovranno essere installati almeno su due circuiti separati alternativamente.

Inoltre nei tratti non protetti dei percorsi di sfollamento i livelli di illuminamento citati dovranno essere garantiti anche in presenza di fumo correlato all'incendio di progetto. Tutti gli apparecchi installati in posizione accessibile al pubblico dovranno avere involucri con caratteristica di protezione contro gli impatti meccanici (come da requisito normativo).



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 2.5.1 Corpi illuminanti


I corpi illuminanti di stazione dovranno essere conformi alle seguenti norme: CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, CEI EN 62471, CEI EN 62384, CEI EN 62031 e CEI EN 60950-1. La connessione alla rete avverrà con le modalità di cui al paragrafo 3.2.8 con cavi multipolari analoghi alle dorsali principali, le spine industriali di collegamento conformi alle norme CEI EN 60309-1 e CEI EN 60309-2, scatole di derivazione resistenti al fuoco (secondo norma CEI EN50200) dotate di portafusibili in ceramica.

### 2.5.2 Sistema Centralizzato Gestione Illuminazione di sicurezza

È prevista l'installazione di un Sistema Centralizzato Gestione Illuminazione di Emergenza per la verifica dello stato dell'impianto di sicurezza per mezzo di test periodici automatici in conformità alla Norma UNI CEI 11222. Tutte le lampade del sistema di illuminazione di emergenza, sia quelle autoalimentate sia quelle centralizzate, dovranno essere dotate di interfaccia di gestione compatibili con protocollo di tipo DALI o equivalente integrato negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti.

Le caratteristiche del Sistema Centralizzato Gestione Illuminazione di Emergenza sono di seguito indicate:

- Gestione avanzata, con programmazione tramite apposito software dedicato: Inserimento descrizione per identificazione apparecchio o centralina, registro eventi/errori scaricabile per ricerche e statistiche, possibilità di gestire gruppi di apparecchi anche controllati da centraline diverse, comando accensione permanente personalizzato
- Web server incorporato con monitoraggio dello stato impianto e degli apparecchi collegati al sistema; notifiche automatiche in caso di anomalie
- BUS di controllo conforme al protocollo DALI o equivalente per integrazione facilitata nei sistemi di controllo dell'illuminazione ordinaria
- Interconnessione tra centraline tramite linea Ethernet
- Integrazione nelle architetture WEB, KNX, CLOUD, BMS
- Centraline di gestione e controllo locali installabili in quadro elettrico su barra DIN.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 3. SPECIFICHE TECNICHE

### 3.1 Canaline asolate in acciaio zincato a caldo

#### 3.1.1 Ambiente di utilizzo

Tutti i livelli di stazione (Atrio, Mezzanino, Banchina, Sottobanchina).

#### 3.1.2 Specifiche

Canaline portacavi in lamiera stampata lavorate con trattamento anticorrosivo di zincatura a caldo applicato per immersione dopo lavorazione su prodotti finiti. Previ trattamenti di sgrassaggio, decapaggio, lavaggio, flussaggio e preriscaldamento, il processo avviene dunque per immersione in bagno di zinco fuso a circa 450°C, raffreddamento in aria o in acqua e, infine, passivazione. Esecuzione operazioni di sbavatura e controllo finale. Lo spessore minimo locale della zincatura è 50 µm per la norma CEI 7-6 e 35 µm per la norma ISO 1461, misurati secondo la norma ASTM 123/A (inch-pound units) o ASTM 123M (unità SI). E' comunque possibile aumentare lo spessore, entro certi limiti, regolando la temperatura del bagno e/o il tempo di immersione. Per installazioni esterne, marine, rurali, industriali o interne con ambiente aggressivo.

Spessore minimo canalina:

- 0,8 mm (per elementi di larghezza fino a 150 mm)
- 0,9 mm (per elementi di larghezza fino a 200 mm)
- 1,2 mm (per elementi di larghezza oltre a 200 mm)


Le passerelle saranno parte di un sistema di canalizzazioni di tipo prefabbricato che comprenderà:

- Elementi Speciali per curve, derivazioni riduzioni, raccorderie speciali ecc.
- Elementi di staffaggio

Gli elementi rettilinei avranno lunghezza compresa fra 2 e 4 metri e saranno muniti di asolature per unione e bullonatura. Le curve avranno raggio di curvatura variabile fra 30° e 150° raggio di curvatura minimo 300-350 mm. Tutti gli elementi suddetti saranno corredati di piastre o dispositivi similari di unione con bulloneria di serraggio, aventi anche funzione di collegamento di terra.

In questo caso sarà garantita:

- una superficie di contatto di almeno 200 mm<sup>2</sup> per lato;
- una sezione equivalente di rame di 25 mm<sup>2</sup>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Qualora tale condizione non potesse essere garantita, saranno eseguiti ponticelli in cordina di rame da 25 mm<sup>2</sup>. Le passerelle saranno munite di coperchio incernierato, avranno grado di protezione IP2X e saranno conformi alla Norma CEI EN 50085-2-1 (CEI 23-93), CEI EN 61537 (CEI 23-76)

### 3.2 Passerelle portacavi a traversini in acciaio zincato a caldo

#### 3.2.1 Ambiente di utilizzo

Cavedi verticali di stazione (Atrio, Mezzanino, Banchina, Sottobanchina)

#### 3.2.2 Specifiche

Strutture portacavi in lamiera stampata spessore minimo 1,5mm lavorate con trattamento anticorrosivo di zincatura a caldo applicato per immersione dopo lavorazione su prodotti finiti. Previo trattamenti di sgrassaggio, decapaggio, lavaggio, flussaggio e preriscaldamento, il processo avviene dunque per immersione in bagno di zinco fuso a circa 450°C, raffreddamento in aria o in acqua e, infine, passivazione. Esecuzione operazioni di sbavatura e controllo finale. Lo spessore minimo locale della zincatura è 50 µm per la norma CEI 7-6 e 35 µm per la norma ISO 1461, misurati secondo la norma ASTM 123/A (inch-pound units) o ASTM 123M (unità SI). E' comunque possibile aumentare lo spessore, entro certi limiti, regolando la temperatura del bagno e/o il tempo di immersione. Per installazioni esterne, marine, rurali, industriali o interne con ambiente aggressivo.

Le strutture saranno parte di un sistema di canalizzazioni di tipo prefabbricato che comprenderà:

- Elementi Speciali per curve, derivazioni riduzioni, raccorderie speciali ecc.
- Elementi di staffaggio ogni 1,5 metri


Gli elementi rettilinei avranno lunghezza compresa fra 2 e 3 metri e saranno muniti di asolature per unione e bullonatura. Le curve avranno raggio di curvatura variabile fra 30° e 150° raggio di curvatura minimo 300-350 mm.

Tutti gli elementi suddetti saranno corredati di piastre o dispositivi similari di unione con bulloneria di serraggio, aventi anche funzione di collegamento di terra.

In questo caso sarà garantita:

- una superficie di contatto di almeno 200 mm<sup>2</sup> per lato;
- una sezione equivalente di rame di 25 mm<sup>2</sup>

Qualora tale condizione non potesse essere garantita, saranno eseguiti ponticelli in cordina di rame da 25 mm<sup>2</sup>. Conformi alla Norma CEI EN 50085-2-1 (CEI 23-93), CEI EN 61537 (CEI 23-76).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 3.3 Tubazioni in acciaio zincato

#### 3.3.1 Ambiente di utilizzo

Tutti i livelli di stazione (Atrio, Mezzanino, Banchina, Sottobanchina)

#### 3.3.2 Specifiche

Tubi elettrouniti ricavati da lamiera zincata a caldo con metodo Sendzimir (UNI EN 10346:2009), con riporto di zinco sulla saldatura, sottoposti ai controlli del Marchio di Qualità IMQ.

Standard : CEI EN 61386-1, 61386-21 e CEI EN 60423

Codice di classificazione secondo CEI EN 61386-1: 5 5 4 5

Grado di protezione secondo CEI EN 60529: IP66/IP67

Temperatura di installazione e funzionamento: da -25°C a +150°C (temperatura riferita al sistema tubo-raccordi)

Resistenza alla compressione: 4000 N (Molto pesante)

Resistenza alla trazione: 1000 N (Pesante)

Resistenza al carico sospeso: 450 N (Pesante)

Resistenza all'urto: 20 J (Molto pesante)

Resistenza alla corrosione: 2 (Media)

Schermatura EMC secondo IEC TS 61587, 30-230MHz: Livello2 (Abbattimento min. 50Db)


Conformità e certificazioni secondo CEI EN 61386: IMQ/RINA

Proprietà elettriche Continuità elettrica garantita

### 3.4 Cavi tipo FG18(O)M16 o FG18(O)M18

#### 3.4.1 Ambiente di utilizzo

Tutti i livelli di stazione (Atrio, Mezzanino, Banchina, Sottobanchina)

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 3.4.2 Specifiche

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV". Cavi multipolari per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37). Idonei in ambienti a rischio d'incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (esempio: scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche, uffici, ecc.).

Norma di riferimento: CEI UNEL 35324 / CEI UNEL 35328

Anima: Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante: Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16/G18 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Guaina: Termoplastica speciale di qualità M16/M18, colore verde

Marcatura: Stampigliatura ad inchiostro: sigla sito produttivo - FG16(O)M16 (FG18(O)M18) 1000 PLUS 0.6/1 kV .x. Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP anno (Marcatura metrica progressiva)

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) UE 305/11, CPR

## 3.5 Cavi tipo FTG18(O)M16


### 3.5.1 Ambiente di utilizzo

Tutti i livelli di stazione (Atrio, Mezzanino, Banchina, Sottobanchina)

### 3.5.2 Specifiche

Cavi resistenti al fuoco, unipolari per energia, isolati con gomma G18, sotto guaina termoplastica M16, con conduttore flessibile per posa fissa. Non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio, o per l'elevato danno ad animali e cose come, ad esempio aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane, gallerie stradali e ferroviari, come da Norma CEI 64-8 V4 sezione 751.04.3a avendo Classe di reazione al fuoco B2ca-s1a,d1,a1. Per i cavi installati in gallerie ferroviarie ricadenti nel campo di applicazione del Regolamento UE 1303/2014 si rimanda alle prescrizioni date dal regolamento stesso. Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

e strutture metalliche o sospesa; ammessa la posa interrata. Ulteriori istruzioni e avvertenze per l'uso di questi cavi sono riportate nella norma CEI 20-67.

Norma di riferimento: CEI 20-45 (PH 120) per indicare che sono resistenti al fuoco conformemente alle norme CEI EN 50200 e CEI EN 50362 che prevedono un tempo minimo di funzionamento del cavo in prova, sottoposto a fuoco diretto e shock meccanico, di 120 minuti a 820°C;

CONDUTTORE: A corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5. CEI EN/IEC 60228. Ricoperto da nastro micato avente funzione antifuoco.

ISOLANTE: Gomma di qualità G18 senza alogeni, a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

COLORE DELLE ANIME: Nero.

GUAINA: Mescola termoplastica di qualità M16 senza alogeni, a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

COLORE GUAINA: Blu.

ES. DI MARCATURA SULLA GUAINA: Marcatura continua sulla guaina: PRODUTTORE noBurn FTG18M16-0,6/1 kV sezione nominale CEI 20-45 (PH120) IEMMEQU EFP ECOGAMMA data di fabbricazione Made in Italy.

## 3.6 Quadri Bassa Tensione


### 3.6.1 Ambiente di utilizzo

Tutti i livelli di stazione (Atrio, Mezzanino, Banchina, Sottobanchina)

### 3.6.2 Specifiche

I Quadri saranno realizzati a mezzo di carpenterie metalliche facenti parte di un sistema modulare componibile di tipo prefabbricato appartenenti per tutti i Quadri allo stesso Costruttore. Le carpenterie saranno realizzate in lamiera di acciaio con spessore di 20/10 mm in esecuzione a parete e/o a pavimento a seconda delle dimensioni.

Caratterizzati da doppia portella; la prima portella ospiterà i dispositivi di comando, segnalazione e le manovre dei dispositivi di protezione il grado di protezione sarà IP30. La seconda portella (esterna) dovrà avere solo funzione di protezione ed avrà grado di protezione IP55. Le apparecchiature all'interno dei Quadri dovranno essere fissate su appositi profilati imbullonati alle strutture. L'alimentazione a monte dei singoli interruttori di protezione che equipaggiano i Quadri sarà realizzata mediante sistemi di distribuzione di tipo prefabbricato. Tutti i cavi in uscita saranno riportati su apposita morsettiera numerata. All'interno dei Quadri sarà installata una bandella in rame di

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

dimensione 40x4 mm<sup>2</sup> alla quale si attesteranno i conduttori di terra in arrivo al Quadro. Alla stessa bandella si collegheranno tutte le strutture metalliche dei Quadri stessi, comprese le porte, per il cui collegamento si dovrà predisporre un ponticello di terra con condutture in rame 16 mm<sup>2</sup> di sezione.

### **3.7 Gruppo di Continuità allo stato solido (UPS)**

#### **3.7.1 Ambiente di utilizzo**

Locali UPS di Stazione

#### **3.7.2 Specifiche tecniche generali**

Il sistema UPS deve essere costituito da n°2 unità UPS singole identiche (stessa potenza nominale) con funzionamento a doppia conversione (chiamato anche modalità in linea), di tipo VFI (ai sensi dello standard IEC 62040-2).

Ciascuna unità UPS deve avere un valore nominale di 100 kVA (80 kW) e deve contenere i componenti riportati di seguito:

Raddrizzatore PFC

Caricabatteria

Inverter

Batteria

Interfaccia utente e di comunicazione


Sistema di gestione delle batterie

Qualsiasi altro dispositivo necessario per il funzionamento e la manutenzione sicuri, compresi interruttori di circuito, interruttori ecc.

Bypass statico (tramite interruttore statico) per ogni unità UPS

Bypass di manutenzione manuale per ogni unità UPS

L'UPS deve assicurare la continuità dell'alimentazione elettrica al carico entro le tolleranze specificate senza interruzioni in caso di guasti o deterioramento della normale sorgente di alimentazione CA (alimentazione di rete) per un tempo di protezione massimo determinato dalla capacità delle batterie di backup installate.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Il sistema UPS dovrà poter funzionare in parallelo e in ridondanza:

Senza ridondanza: il sistema non deve essere ridondante. Le n°2 unità UPS devono funzionare in parallelo per fornire il carico. L'arresto di un'unità UPS deve implicare il trasferimento del carico alla sorgente CA di bypass tramite i diversi interruttori di bypass statico.

Con ridondanza:

Le unità devono funzionare in parallelo con ridondanza, con il carico suddiviso equamente tra le unità.

La ridondanza deve essere del tipo "n+1" (o n+2), ossia ci devono essere "1" (o 2) unità ridondanti nel totale di n unità. Se si verifica un guasto grave su un'unità, questa si deve disconnettere automaticamente.

Se le altre unità sono sufficienti a fornire il carico, devono continuare a funzionare.

Se la potenza totale disponibile è insufficiente, il carico deve essere automaticamente trasferito, senza interruzione, alla sorgente CA di bypass, purché rientri nei limiti di tolleranza.

In caso di sovraccarico oltre le capacità del sistema (cortocircuiti, elevate correnti di spunto e così via), il carico deve essere trasferito automaticamente, istantaneamente e senza interruzioni, alla sorgente CA di bypass, a condizione che l'alimentazione sia disponibile ed entro i limiti di tolleranza. A questo scopo, la sincronizzazione di fase e frequenza di ciascun inverter con la sorgente di bypass deve essere automatica. Il ri-trasferimento del carico alle uscite delle unità UPS deve essere automatico o manuale. Durante il trasferimento, il carico non deve subire interruzioni o disturbi nell'alimentazione. Per garantire un trasferimento in totale sicurezza, il sistema deve contemporaneamente controllare gli interruttori statici. Il sistema UPS deve poter anche trasferire automaticamente il carico con una microinterruzione, in caso di guasto di grande entità nel sistema UPS e se la sincronizzazione con la sorgente bypass non è stata eseguita.


Il sistema UPS dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Tecnologia: l'UPS deve essere basato sulla tecnologia con modulo a sei IGBT a monitoraggio termico integrato e con modalità di chopping ad alta frequenza libera, al fine di ottimizzare l'efficienza e la qualità dell'alimentazione in modo dinamico.

Valore nominale:

Il sistema UPS deve essere di dimensioni adatte per alimentare in modo continuo un carico di 100 kVA (80 kW), con fattore di potenza (PF) di 0,9.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Deve essere costituito da n°2 unità UPS, ciascuna con identico valore nominale di 100 kVA (80 kW). La potenza nominale totale installata deve quindi essere di 200 kVA (160 kW) (i due UPS saranno uno di riserva all'altro).

Tempo di autonomia della batteria:

Il tempo di autonomia di ogni batteria, in caso di interruzione della normale sorgente di alimentazione CA, deve essere di 120 minuti.

La durata di ogni batteria deve essere pari ad almeno 10 anni.

Le batterie devono essere selezionate e di dimensioni appropriate.

Tipi di carico accettati:

Se tutti i carichi collegati sono non lineari (100% di carichi non lineari), ogni unità UPS deve accettare elevati valori di cresta (3:1) senza declassamento dell'uscita.

Per carichi lineari e non lineari, la distorsione armonica totale della tensione all'uscita dell'UPS: THDU a valle fase/fase e fase/N  $\cdot$  1,5% per carichi lineari; THDU a valle fase/fase e fase/N 3,5% per carichi non lineari.


Limitazione delle armoniche a monte del sistema UPS:

Il sistema UPS non deve assorbire un livello di correnti armoniche tale da disturbare il sistema CA a monte, ovvero deve rispettare le disposizioni dello standard IEC 61000-3-4 (precedentemente noto come IEC 1000 3-4). In particolare, l'UPS deve rispettare le seguenti caratteristiche all'ingresso della normale alimentazione CA. La distorsione della corrente armonica totale (THDI) a monte del raddrizzatore non deve superare: il 3% a pieno carico nominale per un carico RCD (computer), a Pn; il 5% dal 30% al 100% del pieno carico nominale. Fattore di potenza (PF) all'ingresso superiore o pari a 0,99.

Questi livelli di prestazioni, dovuti al raddrizzatore in ingresso "pulito" che assorbe corrente sinusoidale, limitano la distorsione a monte ed evitano il sovradimensionamento delle apparecchiature a monte (cavi, interruttori di circuito e così via), senza che siano necessari ulteriori filtri.

Efficienza: l'efficienza complessiva di ogni unità UPS deve essere superiore o pari al: 91% a pieno carico.

Rumorosità: il livello di rumore, misurato secondo lo standard ISO 3746, per ogni unità deve essere inferiore a: 66 dBA.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 3.7.3 Specifiche elettriche

Il sistema UPS dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Raddrizzatore e caricabatteria

Alimentazione: il modulo del raddrizzatore e caricabatteria deve essere alimentato tramite il normale ingresso CA. Il sistema deve essere in grado di funzionare senza neutro.

Corrente di spunto: deve essere fornito un dispositivo per limitare le correnti di spunto. Quando l'alimentazione CA viene a mancare durante l'avvio del gruppo elettrogeno, il raddrizzatore deve limitare la potenza assorbita al 70% del valore nominale per dieci secondi. Il restante 30% deve essere fornito dalla batteria.

Modalità di funzionamento: il caricabatteria standard deve essere di dimensioni adatte a ricaricare la batteria rapidamente

Limitazione della corrente della batteria: al fine di prolungare la durata della batteria, un dispositivo elettronico deve limitare automaticamente la corrente di carica al valore massimo specificato dal fornitore della batteria stessa (0,1 x C10 per una batteria piombo-acido sigillata).

Regolazione della tensione: per la regolazione del raddrizzatore/caricabatteria si deve tenere in considerazione la temperatura ambiente della batteria e assicurarsi che le fluttuazioni di tensione dell'uscita CC siano inferiori all'1%, a prescindere dalle variazioni del carico e della tensione CA in ingresso (entro i limiti specificati).

Batterie:


ciascuna unità UPS deve essere provvista di una propria batteria posizionata in armadio separato di tipo a piombo-acido sigillato, installate su ripiani con una durata di servizio di 10 anni.

La batteria deve essere delle dimensioni adatte ad assicurare la continuità dell'alimentazione all'inverter per almeno 120 minuti per una potenza nominale di 100 kVA (80 kW).

Ogni batteria deve essere delle dimensioni adatte ad assicurare la continuità

dell'alimentazione all'inverter corrispondente per almeno 120 minuti, in caso di guasto alla sorgente di alimentazione CA normale, con l'inverter funzionante al pieno carico nominale, ossia kVA con fattore di potenza (PF) di 0,9.

Il calcolo delle dimensioni deve presupporre una temperatura ambiente compresa tra 0° C e 40° C.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Il sistema UPS deve comprendere i necessari dispositivi per assicurare: una protezione efficace della batteria; la corretta gestione della batteria.

Inverter: ogni inverter deve essere di dimensioni adatte per alimentare un carico nominale di 100 kVA con fattore di potenza (PF) di 0,9, tenendo in considerazione le caratteristiche descritte di seguito.

Tensione in uscita

Tensione nominale: 400 volt RMS, regolabile tramite l'interfaccia utente con una tolleranza pari a  $\pm 3\%$ .

Numero di fasi: 3 fasi + neutro + terra.

Condizioni di stato costante: la variazione nella tensione nominale deve essere limitata a  $\pm 1\%$  per un carico bilanciato tra lo 0 e il 100% della potenza nominale, a prescindere dai normali livelli di tensione CA e CC in ingresso, purché entro i limiti specificati.


Variazioni di tensione del gradino di carico: i transienti della tensione in uscita non devono superare  $\pm 1\%$  della tensione nominale per gradini di carico dallo 0% al 100% o dal 100% allo 0%. In ogni caso, la tensione deve tornare entro i limiti di tolleranza in stato costante in meno di 100 millisecondi.

Frequenza in uscita

- Frequenza nominale: - 50 o 60 Hz.
- Variazioni: -  $\pm 0.5$  Hz.

Sincronizzazione con l'alimentazione bypass

- Quando l'alimentazione tramite bypass è entro i limiti di tolleranza: per consentire il trasferimento all'alimentazione tramite bypass, la tensione in uscita dell'inverter deve essere sincronizzata con la tensione della sorgente di alimentazione del bypass, ove possibile. A tal fine, durante il funzionamento normale, un sistema di sincronizzazione deve limitare automaticamente la deviazione della fase tra le tensioni a 3 gradi, se la frequenza della sorgente di bypass è abbastanza stabile (entro i limiti di tolleranza regolabili di  $\pm 0.5\%$  -  $\pm 8\%$  rispetto alla frequenza nominale).
- Sincronizzazione con una sorgente esterna: deve essere possibile effettuare la sincronizzazione con tutti i tipi di sorgenti esterne. Ad esempio, se la sorgente di bypass è un gruppo elettrogeno, i limiti di tolleranza per la sincronizzazione devono essere di circa  $\pm 8\%$  (regolabile) rispetto alla frequenza nominale.
- Funzionamento autonomo in seguito alla perdita di sincronizzazione con l'alimentazione tramite bypass: quando la frequenza della sorgente bypass supera tali limiti, l'inverter deve passare al funzionamento libero con sincronizzazione interna, regolando la propria frequenza in modo che sia  $\pm 0,1\%$ . Quando l'alimentazione bypass ritorna entro i limiti di tolleranza, l'inverter deve risincronizzarsi automaticamente.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- Variazione di frequenza per unità di tempo: durante il passaggio al funzionamento libero e il ritorno alla modalità sincronizzata, le variazioni di frequenza per unità di tempo ( $dF/dt$ ) devono essere limitate a 1 Hz/s o 2 Hz/s (parametro definibile dall'utente).

Capacità di sovraccarico: l'UPS deve essere in grado di fornire alimentazione per almeno:

- 10 minuti con un carico pari al 125% del carico nominale;
- 1 minuto con un carico pari al 150% del carico nominale;
- 0,1 secondi con un carico pari al 220% del carico nominale;
- se necessario, l'UPS deve fungere da generatore (con limitazione di corrente) con una capacità di picco del 270% per 150 millisecondi, in modo da consentire condizioni di funzionamento con transienti ad alto disturbo (grandi sovraccarichi, fattori di cresta molto elevati, ecc.) senza trasferire il carico al bypass.

Bypass statico (Trasferimento del carico al bypass statico):

Ogni unità UPS deve essere dotata di un bypass statico con interruttore statico. I bypass statici devono essere controllati contemporaneamente da un sistema integrato. Il trasferimento istantaneo del carico dall'alimentazione degli inverter a quella tramite bypass e viceversa deve avvenire senza interruzioni o disturbi nell'alimentazione della corrente al carico, a condizione che la tensione e la frequenza di alimentazione del bypass siano entro i limiti di tolleranza specificati e che gli inverter siano sincronizzati.

Il trasferimento deve avvenire in modo automatico in caso di grande sovraccarico o di guasto interno dell'inverter.


Deve inoltre essere possibile l'esecuzione manuale del trasferimento.

Se la potenza del bypass è al di fuori dei limiti di tolleranza specificati o non è sincronizzata con l'inverter, il trasferimento automatico del carico dall'inverter al bypass deve avvenire dopo un'interruzione calibrata regolabile tra 13 e 1000 ms.

Discriminazione e capacità di cortocircuito

Se la potenza del bypass rientra nei limiti di tolleranza specificati, la presenza dell'interruttore statico deve consentire di utilizzare la capacità di cortocircuito della sorgente di bypass per sganciare i dispositivi di protezione a valle dell'uscita comune degli inverter.

Per fare in modo che lo sgancio avvenga in maniera selettiva, la potenza disponibile deve essere sufficiente a sganciare i dispositivi di protezione con valori nominali alti

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Se la sorgente del bypass è al di fuori dei limiti di tolleranza specificati, il sistema UPS, in base agli stessi requisiti di discriminazione, deve essere in grado di sganciare gli interruttori di circuito con valore nominale  $I_n/2$  o i fusibili UR con valore nominale  $I_n/4$ , a prescindere dal tipo di cortocircuito.

Il collegamento in parallelo di più unità UPS migliora notevolmente la discriminazione.

### 3.7.4 Condizioni ambientali

Il sistema UPS deve poter funzionare alle seguenti condizioni ambientali (esclusa la batteria):

Funzionamento: l'UPS, esclusa la batteria, deve essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni ambientali senza diminuzione delle prestazioni:

Intervallo di temperatura ambiente: da 0° C a +40° C;

Intervallo di temperatura consigliato: da +20° C a + 25° C;

Umidità relativa massima: 95%;

Altitudine massima: 1000 metri.

### 3.7.5 Immagazzinamento

L'UPS, esclusa la batteria, deve essere progettato per essere immagazzinato nelle seguenti condizioni: intervallo di temperatura ambiente da -20° C a +45° C.

### 3.7.6 Comunicazione


Dovrà essere possibile controllare in remoto stati, indicazioni e misurazioni relative il corretto funzionamento o eventuali anomalie relative l'UPS. A tale scopo ogni unità UPS dovrà essere dotata dei seguenti dispositivi standard:

Una scheda programmabile per i dati di ingresso/uscita.

Almeno tre porte di comunicazione per l'eventuale aggiunta successiva, senza interruzione del funzionamento, di schede di comunicazione per l'applicazione di protocolli diversi, ad esempio SNMP, ModBus, RS232, USB, XML.

### 3.7.7 Standard

Tutte le apparecchiature devono essere progettate e costruite in conformità con le pratiche ingegneristiche accettate e gli standard internazionali applicabili, con particolare riferimento agli standard elencati di seguito:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

IEC 62040-1 ed EN 62040-1: UPS - Sicurezza.

IEC 62040-2 ed EN 62040-2: UPS - Compatibilità elettromagnetica - [livello C3/C2; la classe A è facoltativa].

IEC 62040-3 ed EN 62040-3: UPS - Prestazioni.

IEC 60950 / EN 60950: sicurezza delle apparecchiature IT, comprese le apparecchiature elettriche aziendali.

IEC 61000-2-2: livelli di compatibilità per disturbi e segnali condotti a bassa frequenza nei sistemi pubblici di alimentazione a bassa tensione.

IEC 61000-3-4: limiti delle emissioni di correnti armoniche (corrente in ingresso dell'apparecchiatura > 16 ampere/fase).

IEC 61000-4: CEM - Serie per EMC in base a IEC/EN 62050-2.

IEC 60439: meccanismi di controllo e commutazione a bassa tensione.

IEC 60529: grado di protezione fornito dagli armadi (codice IP).

ISO 3746: livelli di potenza sonora.

Marchio CE.


### 3.8 Setti tagliafuoco

In tutti i casi in cui le canalizzazioni e/o condutture di impianti elettrici e/o speciali attraversano zone compartimentate e dove si attraversano pareti di locali dotati di resistenza al fumo/calore/fuoco, dovranno essere installati appositi setti tagliafuoco, di tipo omologato, in grado di escludere ogni rischio di propagazione dell'incendio e/o dei fumi attraverso i conduttori e/o le canalizzazioni.

I setti dovranno avere grado di resistenza al fuoco pari a quella della compartimentazione.

Dovranno essere previsti idonei sbarramenti alla propagazione dell'incendio adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato Norma CEI 11-17

Alla fine dei lavori l'Installatore dovrà produrre apposita dichiarazione di corretta posa.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 3.9 Impianto di terra

I materiali impiegati dovranno essere nuovi di fabbrica ed esenti da difetti, il grado di lavorazione dovrà essere conforme alla migliore tecnologia corrente.

In ogni caso, la realizzazione dell'impianto ed i materiali utilizzati dovranno essere in conformità con le norme CEI e con la normativa antinfortunistica vigente (DPR 547 ed altri).

Si precisa inoltre che:

- tutti i capicorda dovranno essere del tipo a compressione;
- piastrine, terminali e bulloneria varia dovranno essere in acciaio inox;
- rondelle ed eventuali altri accessori dovranno essere in acciaio inox;
- tutti i conduttori dovranno essere opportunamente codificati con targhetta con l'indicazione del servizio ad entrambi le estremità.

I giunti e le derivazioni all'impianto di terra interrato dovranno essere eseguiti mediante connettori a compressione.

La distribuzione della rete secondaria avrà origine delle sbarre di terra dei quadri di distribuzione.

Per i quadri, la sezione della corda di terra sarà uguale alla sezione del conduttore di neutro del cavo di alimentazione e sarà di tipo isolato.

La bulloneria varia, le rondelle e gli eventuali altri accessori dovranno essere in acciaio inox.

Queste ultime apparecchiature verranno collegate a terra attraverso i fili di rame isolati compresi nelle formazioni dei cavi di alimentazione.


Anche le apparecchiature elettriche di limitato assorbimento verranno collegate a terra mediante connessione alla sbarra di terra dei quadri tramite il conduttore di terra del cavo di alimentazione.

Tutti i conduttori di terra isolati dovranno avere guaina di colore giallo/verde.

I collettori principali hanno la funzione di realizzare il collegamento tra i conduttori di terra, i conduttori di protezione, i conduttori di equipotenzialità ed i collettori secondari.

La piastra dovrà essere fissata a parete su isolatori.

Non è consentito il fissaggio di più di un capocorda per ogni foro.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 4. DIMENSIONAMENTO CAVI – INTERRUTTORI

### 4.1 Premessa

Lo scopo della seguente capitolo è quello di illustrare il dimensionamento delle linee elettriche principali e secondarie della stazione.

I calcoli riportati sono stati effettuati mediante Software “Integra 5.11”.

### 4.2 Relazione di calcolo

#### 4.2.1 Calcolo correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} * V_n * \cos\varphi}$$

Nella quale:

- $K_{ca} = 1$  sistema monofase o bifase, due conduttori attivi
- $K_{ca} = \sqrt{3}$  sistema trifase, tre conduttori attivi.

Dal valore massimo (modulo) di  $I_b$  vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\dot{I}_1 = I_b * e^{-j\omega} = I_b * (\cos\varphi - j\sin\varphi)$$

$$\dot{I}_2 = I_b * e^{-j(\omega-2\pi/3)} = I_b * \left( \cos\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) \right)$$

$$\dot{I}_3 = I_b * e^{-j(\omega-4\pi/3)} = I_b * \left( \cos\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) \right)$$

Il vettore della tensione  $V_n$  è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:


$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_a + coeff$$

nella quale  $coeff$  è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

La potenza  $P_n$ , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle  $P_d$  delle utenze a valle ( $P_d$  a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n * \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ( $Q_d$  a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left( \arctan \left( \frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

#### 4.2.2 Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

- a)  $I_B \leq I_n \leq I_z$
- b)  $I_f \leq 1,45 I_z$


Dove

$I_B =$	Corrente di impiego del circuito
$I_n =$	Corrente nominale del dispositivo di protezione
$I_z =$	Portata in regime permanente della conduttura
$I_f =$	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le sette tabelle utilizzate sono:

- IEC 448;
- IEC 364-5-523 (1983);
- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile  $I_z$  in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$


dove il coefficiente  $k$  ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia superiore alla  $I_z \min$ . Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

### Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 * t = K^2 * S^2$$


La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143


 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116
I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:	
Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

### Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mmq;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mmq se il conduttore è in rame e a 25 mmq se il conduttore è in alluminio.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$S_f < 16 \text{ mm}^2 \quad S_n = S_f$$

$$16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2 \quad S_n = 16 \text{ mm}^2$$

$$S_f > 35 \text{ mm}^2 \quad S_n = S_f / 2$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

### **Dimensionamento dei conduttori di protezione**

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.


Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$S_f < 16 \text{ mm}^2 \quad S_{PE} = S_f$$

$$16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2 \quad S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$$

$$S_f > 35 \text{ mm}^2 \quad S_{PE} = S_f / 2$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 * t}}{K}$$

dove:

- Sp è la sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> rame o 16 mm<sup>2</sup> alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> o 16 mm<sup>2</sup> alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.


Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove

- T<sub>R</sub> = è la temperatura a regime espressa in °C
- T<sub>Z</sub> = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C
- T<sub>A</sub> = è la temperatura ambiente espressa in °C

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

$n =$  è il rapporto tra la corrente d'impiego  $I_B$  e la portata  $I_z$  del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

Caduta di tensione (Caso generale)

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove

- $I =$  corrente di impiego  $I_B$  o corrente di taratura  $I_n$  espressa in A
- $R_l / X_l =$  resistenza (alla temperatura  $T_R$ ) / reattanza della linea in  $\Omega/\text{km}$
- $K =$  2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
- $L =$  lunghezza della linea in km

### Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_k \text{ min a fondo linea} > I_{int}$$

Dove

$I_k \text{ min} =$  corrente di corto circuito minima tra fase e conduttore di protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze dei conduttori a monte del tratto in esame.


$I_{int} =$  corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla Tabella 41A di 413.1.3.3.

Il valore  $I_{int}$  viene rilevato dall'intersezione tra la retta del tempo (a 5s oppure secondo tab.41A) e la curva  $I^2t$  della protezione (interruttori e sganciatori termomagnetici) oppure dalla curva tempo-corrente (interruttori elettronici). Se è presente un interruttore differenziale,  $I_{int}$  corrisponde al valore di  $I_d$ .

Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante Rifasamento, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg \varphi_i - tg \varphi_f)$$

Dove  $Q_c$  = è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.

$P$  = è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.

$tg \varphi_i$  = è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.

$tg \varphi_f$  = è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

### 4.2.3 Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dall'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto
- a monte dell'utenza  $I_{km \max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag \max}$ ).

### Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:


- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 * t = K^2 * S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

1. Le intersezioni sono due:
  - a.  $I_{ccmin}$   $I_{inters\ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_a$ );
  - b.  $I_{ccmax}$   $I_{inters\ max}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_b$ ).
2. L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
  - a.  $I_{ccmin}$   $I_{inters\ min}$
3. L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
  - a.  $I_{ccmax}$   $I_{inters\ max}$

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

### 4.3 Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma

#### 4.3.1 Correnti di cortocircuito

$$I_k = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove

per  $I_k$  trifase:  $U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$


$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

per  $I_k$  fase-fase:  $U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

per  $I_k$  fase-neutro:  $U_n =$  tensione concatenata

$C =$  fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

per  $I_k$  fase-protezione:  $U_n =$  tensione concatenata

$C =$  fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protezz})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protezz})^2}$$


#### 4.3.2 Fattore di tensione

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 1

	$I_k \text{ MAX}$	$I_k \text{ min}$
<b>C</b>	1	0.95
<b>R</b>	$R_{20^\circ\text{C}}$	$R = \left[ 1 + 0.004 \frac{1}{^\circ\text{C}} (\theta_e - 20^\circ\text{C}) \right] R_{20^\circ\text{C}}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la  $R_{20^\circ\text{C}}$  è la resistenza del cavo a  $20^\circ\text{C}$  e  $\theta_e$  è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo. Il valore di default è  $145^\circ\text{C}$  (come riportato nell'esempio di calcolo della norma CEI 11-28)

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

#### 4.3.3 Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come tipologia *Motore* e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati. Per considerare il contributo alla corrente di cortocircuito, sulla fornitura dovrà essere attiva l'opzione "Con contributo motori".

Il riferimento normativo è l'art. 3.8 della norma CEI 11-25.

Il contributo si può considerare trascurabile quando:

$$\Sigma I_{mot} \leq 0,01 I_k$$

Dove:

$\Sigma I_{mot}$  = sommatoria delle correnti nominali dei motori

$I_k$  = Corrente di cortocircuito senza il contributo dei motori (Se fornitura MT, la  $I_k$  è valutata sui trasformatori: quando in parallelo,  $I_k$  sarà il contributo dei diversi trafo; quando i trafo sono separati, verrà valutato il contributo  $I_k$  del singolo trasformatore sul ramo corrispondente)

#### 4.3.4 Impedenza equivalente dei motori

$$Z_{mot} = 0.25 * \left( \frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

Il coefficiente 0,25 corrisponde al rapporto  $1/I_{LR}/I_{rM}$  dove:

$I_{LR}$  = corrente a rotore bloccato


$I_{rM}$  = corrente nominale motore

Progetto INTEGRA considera il rapporto  $I_{LR}/I_{rM} = 4$  (la norma indica la possibilità di assumere 5, probabilmente perché l'esempio normativo è riferito alla media tensione)

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$


$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

$Z_{mot}$  = è l'impedenza equivalente in funzione dei motori predefiniti

$R_{mot}$  = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti

$X_{mot}$  = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

#### 4.3.5 Verifica del potere di chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

Dove

$I_P$  = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

$I_{CM}$  = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

#### 4.3.6 Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove

$I_K''$  = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

$K_{CR}$  = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di  $I_p$  può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).


Il valore di  $I_{CM}$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} * n$$

Dove:

$I_{CU}$  = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

$n$  = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

**Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto  $n$  tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)**

<b>Potere di interruzione in cortocircuito</b>  kA valore efficace	<b>Fattore di potenza</b>	<b>Valore minimo del fattore <math>n</math></b> <u><b>potere di chiusura in cortocircuito</b></u>  $n =$ <b>potere di interruzione in cortocircuito</b>
$4,5 \leq I \leq 6$	<b>0,7</b>	<b>1,5</b>
$6 < I \leq 10$	<b>0,5</b>	<b>1,7</b>
$10 < I \leq 20$	<b>0,3</b>	<b>2,0</b>
$20 < I \leq 50$	<b>0,25</b>	<b>2,1</b>
$50 < I$	<b>0,2</b>	<b>2,2</b>

#### 4.3.7 Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2 t \leq I_{CW}^2$$

Valore di cresta  $I_p$  della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove


$I_K'' =$  è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

$K_{CR} =$  è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

Verifica della tenuta del condotto sbarre

$$I^2 t \leq I_{CW}^2$$

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4


Dove

**$I^2t$** = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva  $I^2t$  della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

**$I_{cw}^2$** = corrente ammissibile di breve durata (1s) sopportata dal condotto sbarre

#### 4.4 Tabelle di verifica

Nell'Allegato 1 – Calcoli Elettrici” sono riportate le tabelle di verifica per il dimensionamento degli impianti di stazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 5. IMPIANTI DI MOVIMENTAZIONE

### 5.1 Ascensori

Nella stazione Verona della Linea 2 della Metropolitana di Torino, la movimentazione complementare delle persone è affidata a ascensori elettrici senza sala macchine e scale mobili.

Gli ascensori assicurano, all'interno della stazione, la fruizione delle persone con ridotta o impedita capacità motoria.

In capitoli dedicati, vengono descritte le interfacce degli impianti di movimentazione con l'impianto di supervisione (descritto in altro documento) nonché i limiti di fornitura impiantistici verso i suddetti impianti.

In apposito elaborato grafico di progetto vengono illustrati lo schema d'assieme degli impianti di traslazione e le relative caratteristiche tecniche generali.

MTL2T1A2D ISASVRK001-0-0 – Impianto scale mobili e ascensori – Schema di assieme.

Le indicazioni riportate in merito agli impianti ascensori si riferiscono ai soli "impianti" non comprendendo indicazioni in merito a OOC (strutture, conformazione e finiture del vano corsa) all'impianto di alimentazione e a eventuali impianti di telecomunicazioni e controllo. Tutti gli elementi sopra indicati sono di competenza di altri progettisti. In questi paragrafi sono riportate comunque le indicazioni di interfaccia quali dimensioni della fossa di ispezione e dell'extracorsa superiore, posizione delle uscite intermedie di emergenza, alimentazione.


Si osserva che per gli ascensori AS2 e AS3, che hanno anche funzione antincendio/soccorso, l'alimentazione di emergenza prevista dalle norme è soddisfatta, così come riportato nell'elaborato 90\_MTL2T1A2DIELSVRK028-0-0 IMPIANTI NON DI SISTEMA – STAZIONE VERONA – IMPIANTO ELETTRICO E FORZA MOTRICE – SCHEMA UNIFILARE E FRONTE QUADRO TIPOLOGICO ASCENSORE.

Per le definizioni di cui sopra restano di riferimento le regole:

"Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane" approvata con D.M. 21/10/2015


UNI EN 81.72 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per trasporto di persone e merci - Parte 71: Ascensori antincendio".



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 5.1.1 Riferimenti normativi

- D.P.R. n°23 del 10/1/17, "Regolamento concernente modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 30 aprile 1999, n. 162, per l'attuazione della direttiva 2014/33/UE relativa agli ascensori ed ai componenti di sicurezza degli ascensori nonché per l'esercizio degli ascensori".
- D.M. 09/03/2015, "Disposizioni relative all'esercizio degli ascensori in servizio pubblico destinati al trasporto di persone";
- D.M. 21/10/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane";
- D.P.R. 30.4.99 n. 162, "Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio";
- NI EN 81.20 e UNI EN 81-50 (edizioni in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori - Ascensori elettrici;
- UNI EN 81.70 (edizione in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori –accessibilità agli ascensori delle persone, compresi i disabili";
- UNI EN 81-71 (edizione in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per trasporto di persone e merci - Parte 71: Ascensori resistenti ai vandali";
- UNI EN 81.72 (edizione in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per trasporto di persone e merci - Parte 72: Ascensori antincendio";
- UNI EN 81-73 (edizione in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per trasporto di persone e merci - Parte 73: Comportamento degli ascensori in caso di incendio;
- UNI EN 81-28 (edizione in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Ascensori per il trasporto di persone e merci - Teleallarmi per ascensori e ascensori per merci";
- UNI EN 81-58 (edizione in vigore), "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Controlli e prove – Parte 58: Prove di resistenza al fuoco per le porte di piano";
- D.M. 15.09.05, "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi";
- D.M. n° 236 del 14/6/89, "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- UNI EN ISO 12100:2010, "Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio";
- CEI EN 60529 (edizione in vigore) "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Eventuali prescrizioni degli Enti locali.

### 5.1.2 Ambiente di funzionamento

Gli impianti in questione collegano ambienti interni, protetti dalle intemperie, che hanno le seguenti caratteristiche:

- temperatura: da 0 °C a +35 °C
- umidità relativa: ≤ 80%
- presenza di polveri e corpi estranei.

Per l'ascensore atrio-esterno (AS5) e per gli ascensori atrio-banchina con sbarco di emergenza all'esterno (AS2 e AS3) le caratteristiche saranno le seguenti:

- temperatura: da -15 °C a +35 °C
- umidità relativa: ≤ 80%
- presenza di polveri e corpi estranei
- caratteristiche termiche e igrometriche di compatibilità con installazione in torrino vetrato esterno.


Si dovrà tenere conto che durante il periodo di installazione e fino all'entrata in esercizio gli impianti, fermi, dovranno poter sopportare, anche per più mesi, gradi di umidità superiori, presenza di polveri cementizie o di altre lavorazioni, eventuale stillicidio di acqua.

### 5.1.3 Consistenza della fornitura

In totale dovranno essere forniti n. 5 ascensori elettrici, senza locale macchine, le cui caratteristiche tecniche sono appresso riportate:

Ascensori da piano banchine a piano strada (AS2 e AS3 in uso promiscuo passeggeri/soccorso)

- portata 1050kg
- capienza 14p

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4


- accessi in cabina 1
- fermate 4
- velocità nominale 1,5 m/s con livellamento ai piani
- porte di piano e di cabina 1100x2000  
(da concertare con quanto previsto dalla "Carta dell'Architettura" in funzione dell'accessibilità delle biciclette)
- alimentazione 3/400/50 fasi/Volt/Hx
- avviamento motore inverter
- motore elettrico trifase a una velocità
- manovra automatica a pulsanti.

#### Ascensori da piano banchine a piano atrio (AS1 e AS4)

- portata 1050kg
- capienza 14p
- accessi in cabina 1
- fermate 3
- velocità nominale 1,5 m/s con livellamento ai piani
- porte di piano e di cabina 1100x2000  
(da concertare con quanto previsto dalla "Carta dell'Architettura" in funzione dell'accessibilità delle biciclette)
- alimentazione 3/400/50 fasi/Volt/Hx
- avviamento motore inverter
- motore elettrico trifase a una velocità
- manovra automatica a pulsanti.

#### Ascensore da piano atrio a piano strada (AS5)

- portata 1050kg


 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- capienza 14p
- accessi in cabina 1
- fermate 2
- velocità nominale 1,5 m/s con livellamento ai piani
- porte di piano e di cabina 1100x2000  
(da concertare con quanto previsto dalla "Carta dell'Architettura" in funzione dell'accessibilità delle biciclette)
- alimentazione 3/400/50 fasi/Volt/Hx
- avviamento motore inverter
- motore elettrico trifase a una velocità
- manovra automatica a pulsanti.

#### 5.1.4 Vita tecnica media e affidabilità

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo con le ipotesi di vita tecnica media per i vari componenti degli impianti ascensori.

DESCRIZIONE	VITA MEDIA (anni)
OPERATORE PORTE DI CABINA	15
Motore elettrico	10
Cuscinetti motore porte	5
Snodi meccanici	5
Contatti elettrici	5
PORTE DI CABINA	30
Sospensione porte	30
Carrucole sospensione	10
CABINA	30
Bottoniera di cabina	10

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Contatti	5
<b>ARMATURA DI CABINA</b>	30
Contatti elettrici	5
Bottoniera di ispezione	20
<b>VANO DI CORSA</b>	30
Ammortizzatori a molla	30
Apparati elettrici	10
<b>EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO</b>	10
Centralina	30
Paracadute di sicurezza	15

La ditta installatrice dovrà fornire una adeguata documentazione di tutti gli elementi necessari per una corretta valutazione dei livelli di affidabilità (MTBF), e l'emissione delle specifiche dei singoli componenti dell'impianto, delle liste dei controlli relativi alle operazioni di ispezione e del programma di manutenzione in funzione delle ore di funzionamento.

### 5.1.5 Abaco ascensori


Viene riportata di seguito la tabella riassuntiva delle unità previste per la presente stazione, riportante le caratteristiche salienti di ciascuna:

#### Abaco ascensori

CODIFICA	TIPOLOGIA	ALIM. ELETTRICA	PIANO EVAC.NE	DISLIVELLO(*)/ NUMERO FERMATE
AS 1	ORDINARIO	SINGOLA	ATRIO	11.70 / 3
AS 2	EMERGENZA	SINGOLA	STRADA (**)	19.48 / 4
AS 3	EMERGENZA	SINGOLA	STRADA (**)	19.48 / 4
AS 4	ORDINARIO	SINGOLA	ATRIO	11.70 / 3
AS 5	ORDINARIO	SINGOLA	STRADA (**)	7.78 / 2

(\*) IL DISLIVELLO DOVRA' ESSERE CONFERMATO DAGLI ELABORATI OPERE CIVILI

(\*\*) GLI ASCENSORII CON SBARCO A PIANO STRADA DEVONO ESSERE IDONEI ALL'INSTALLAZIONE ALL'APERTO

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Considerate le specifiche funzioni che gli ascensori possono essere chiamati a svolgere durante una situazione di emergenza, si riporta a seguire anche una analoga tabella riassuntiva ripresa dalla Relazione di Prevenzione Incendi:

#### Abaco ascensori da Prevenzione Incendi

Stazione SVR Verona								
Tipologia stazione	S3L							
Classificazione stazione	profonda							
Quota atrio (m)	-7,74							
Quota banchina superiore	-19,44							
Quota banchina inferiore	N.A.							
Codice Ascensore	Ascensore utilizzabile per esodo in emergenza	Ascensore utilizzabile per accesso VVF	Sbarco all'esterno	Sbarco in atrio	Sbarco in mezzanino 1	Sbarco in mezzanino 2	Sbarco in banchina superiore	Sbarco in banchina inferiore
Ascensore 1: AE1	X			X	X	N.A.	X	N.A.
Ascensore 2: AE2	X	X	X	X	X	N.A.	X	N.A.
Ascensore 3: AE3	X	X	X	X	X	N.A.	X	N.A.
Ascensore 4: AE4	X			X	X	N.A.	X	N.A.
Ascensore 5: AS			X	X		N.A.		N.A.

### 5.1.6 Caratteristiche funzionali


Gli ascensori saranno di tipo elettrici senza locale macchine a funzionamento completamente automatico aventi cioè le porte di piano e di cabina a coulisses scorrevoli azionate da operatore elettromeccanico, completi del dispositivo automatico per il ritorno della cabina al piano inferiore e apertura automatica delle porte per permettere l'evacuazione dei passeggeri in caso di mancanza di energia elettrica e di arresti non dovuti a interventi dei dispositivi di sicurezza.

Gli ascensori AS2 e AS3 saranno dotati anche di azionamento manuale delle porte, attivabile esclusivamente dall'operatore (vigile del fuoco) in caso di emergenza.

Ogni ascensore sarà controllabile a distanza dal Posto centrale di controllo (PCC) a mezzo di impianti di segnalazione e allarme, citofonici e TVcc (quest'ultimo di competenza degli impianti di telecomunicazione), in modo da intervenire tempestivamente in caso di necessità.

#### 5.1.6.1 Vincoli funzionali per l'accesso delle biciclette

In riferimento alla Carta dell'Architettura (doc. nr. MTO2PPLGARCCOMR001-00\_A) par. 03-02d-9 circolazioni verticali (ascensore) saranno rispettate le seguenti indicazioni.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Il dimensionamento delle porte e della cabina ascensore deve essere idoneo a consentire l'accesso delle biciclette.

La cabina dovrà essere in grado di ospitare almeno un ciclista assieme agli utenti abituali degli ascensori con dimensioni pari a 2,10 m di profondità, 1,20 m di larghezza, 2,15 m di altezza interna;

Le dimensioni delle porte saranno mt 1,10 (una bicicletta + una persona).

### 5.1.7 Complesso di manovra

Il complesso di manovra sarà costituito da un insieme di apparecchiature montate su un quadro di adatte dimensioni, racchiuso in un armadio in acciaio inox con grado di protezione conforme alle norme vigenti e completo di tutte le apparecchiature necessarie per il corretto funzionamento dell'impianto. Il quadro elettrico di manovra sarà ubicato in prossimità del vano (generalmente a fianco della porta di piano, al piano atrio, per gli ascensori AS2 e AS3 al piano di accesso dei VVF al livello strada) per l'alloggiamento degli apparati di funzionamento e gestione dell'impianto. L'armadio di servizio, di dimensioni ridotte, contiene interruttori di forza motrice e luce, elementi necessari alle operazioni di messa in servizio e diagnostica, regolazione dell'impianto e soccorso ai passeggeri in cabina.

Il quadro sarà incassato in profilati in acciaio inox su cui vengono fissati gli apparecchi (salvamotori, teleruttori, raddrizzatori, relè, fusibili ecc.).

I trasformatori e i raddrizzatori di alimentazione saranno ampiamente dimensionati sia dal punto di vista termico sia dal punto di vista dell'isolamento verso massa e della capacità di sopportare le sovratensioni transitorie.

Per i contatti dei teleruttori e dei relè saranno impiegati materiali che assicurino nelle varie condizioni assoluta sicurezza di contatto e riduzione al minimo dell'usura.


Le morsettiere, ampie e facilmente accessibili, saranno chiaramente contrassegnate per un'agevole identificazione dei vari morsetti.

Il motore sarà alimentato a 400 V trifase + terra, frequenza 50 Hz.

### 5.1.8 Disposizioni particolari

Al fine di assicurare un miglior comfort di marcia, gli impianti saranno dotati di dispositivi V.V.V.F. (variante di velocità a frequenza variabile) di ultima generazione che regolerà la velocità dell'ascensore durante la partenza e l'arrivo al piano, senza brusche accelerazioni e frenate, assicurando al contempo un allineamento perfetto della cabina al piano.

Il dispositivo è in grado di alimentare il motore di trazione con frequenza e tensione variabili.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Il controllo delle curve di velocità e di accelerazione avviene processando e confrontando i valori di riferimento tecnici ed i valori attuali misurati da un encoder posto sull'albero motore (sistema retro-azionato "closed loop").

Inoltre, la regolazione della corrente di alimentazione avviene misurando i valori attuali delle correnti nelle tre fasi, confrontandoli con quelli di riferimento (vettoriale); vengono così generati i segnali di controllo per i transistori di potenza (IGBT) in modo da avvicinare il più possibile la corrente attuale a quella di riferimento.

Il sistema, accoppiato con un secondo encoder per il rilevamento della posizione di cabina, deve essere in grado di garantire una precisione di arresto di  $\pm 5$  mm.

Il contrappeso posizionato sulla parte retrostante della cabina, completo di relativi blocchi di riempimento per bilanciare il peso di cabina ed il 50% della portata nominale, è munito di limitatore di velocità e paracadute.

### 5.1.9 Testata e fossa di ispezione

La testata minima in alto misurata dalla soglia dell'ultima fermata all'intradosso della copertura è di m 3.90 (ascensore elettrico singolo).

La profondità della fossa sarà  $\geq 1,50$ m.

### 5.1.10 Cabina

Le cabine saranno di robusta costruzione di tipo moderno interamente metalliche realizzate in profilati e lamiera di acciaio.


Avranno il rivestimento in acciaio inox Krupp 21 con finimenti in anticorodal anodizzato e lamiera preverniciata e comunque in accordo al progetto architettonico.

L'illuminazione sarà indiretta a soffitto preferibilmente con apparato led e livello minimo di illuminamento previsto come da normativa di riferimento in condizioni normali e di emergenza con 3 ore di autonomia

- Illuminazione d'emergenza  $\geq 5$  lux per 1 h ad ogni dispositivo di allarme in cabina e sul tetto, misurata al centro della cabina 1 m sopra il pavimento e 1 m sopra il tetto;
- Illuminazione normale  $\geq 100$  lux al suolo e sui comandi.

Dovrà comunque essere realizzata in modo da assicurare l'illuminamento dei comandi e del pavimento della cabina nel rispetto della norma EN 81.70.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Saranno dotate di fondo mobile con robusto pavimento in pietra o altro materiale comunque in accordo al progetto architettonico. Illuminazione realizzata da moderne plafoniere che riflettono la luce sul ciellino di colore chiaro. Le finiture dell'ascensore saranno conformi al progetto architettonico.

Il controsoffitto deve nascondere la calotta interna della cabina; tale controsoffitto è di robusta costituzione, agevole nella rimozione e compatibile con la botola posizionata sul tetto della stessa cabina. La ditta installatrice deve allegare alla documentazione di progetto la certificazione di reazione al fuoco del materiale del controsoffitto.

Ad una altezza minima di + 0,90 m dal pavimento è posizionato un corrimano in acciaio inox a superficie semilucida fissato alla parete.

Le cabine saranno dotate di porte automatiche con antine a coulisses scorrevoli azionate da operatore elettromeccanico con comando di riapertura a mezzo di bande sensibili a fotocellule. Ampio specchio sulla parete frontale. Le porte saranno realizzate e rifinite in armonia con le caratteristiche della cabina.

Gli ascensori AS2 e AS3 saranno dotati anche di azionamento manuale delle porte, attivabile esclusivamente dall'operatore (vigile del fuoco) in caso di emergenza.

Le cabine dovranno essere munite di aperture di aerazione nelle parti più alte e più basse delle cabine stesse.

Le cabine saranno dotate di un citofono posto ad un'altezza di 1,20 m dal pavimento.

Le cabine avranno dimensioni tipiche di 1200 mm (di larghezza), 2100 mm (di profondità) ed altezza interna 2150 mm circa.


All'interno della cabina andrà posizionato un display che riporti almeno le seguenti informazioni: posizione e direzione, sovraccarico, allarme inviato.

### 5.1.11 Bottoniera di cabina

La bottoniera di cabina sarà montata su di una parete della stessa e dovrà rispondere al combinato di quanto richiesto sia dal D.M. 236 del 14/06/89, sia dalla norma UNI EN 81-70.

Per la conformità alla norma UNI EN 81-70, il baricentro di tutti i pulsanti di comando sarà posto a una distanza di almeno 0,50 m da qualsiasi angolo delle pareti adiacenti, e a un'altezza di 0,90 m, rispetto al piano di calpestio (se necessario in posizione orizzontale). Essa conterrà:

- una serie di pulsanti numerati (muniti di indicazioni Braille) corrispondenti ai diversi piani serviti;
- un pulsante di allarme (anch'esso munito di indicazioni Braille) collegato con il Posto centrale di controllo (PCC) e con il quadro di comando e controllo dell'ascensore;
- l'indicatore di sovraccarico.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Le botoniere di cabina come tutti gli oggetti/accessori presenti in cabina devono essere in metallo o in materiale di classe "0".

### 5.1.12 Bottoniere dei piani

A ciascun piano sarà installata una bottoniera con un pulsante di chiamata (anch'esso munito di indicazioni Braille), posta ad una altezza (compresa tra i 900 ed i 1100 mm) dal pavimento.

Sulla stessa bottoniera dovrà essere prevista la segnalazione luminosa di "occupato" e "libero".

### 5.1.13 Comandi da pulsanti

Con la manovra automatica a pulsanti l'ascensore può rispondere ad un solo comando di cabina o ad una sola chiamata di piano alla volta, dando la priorità al comando impartito dalla cabina.

Soltanto con impianto fermo, non occupato, si può chiamare l'ascensore ad un piano oppure usare subito la cabina se essa è presente a tale piano.

Quando un utente effettua un comando di cabina o una chiamata di piano, l'ascensore rimane occupato, cioè senza la possibilità di ricevere altri comandi, fino a che la cabina non sia lasciata libera dall'utente stesso.

Appena la cabina è arrivata al piano, essa rimane occupata ancora per qualche secondo per consentire ai passeggeri di uscire oppure per lasciare il tempo a quelli che aspettano al piano di entrare ed effettuare il proprio comando prima che la cabina venga chiamata ad un altro piano.


Il ritardo di manovra è un parametro variabile e regolabile tra 0 e 15 sec. Per ottemperare alla legge in vigore per gli ascensori adibiti al trasporto di handicappati, esso è regolato in un tempo maggiore di 8.

### 5.1.14 Segnalazioni acustiche e luminose

Andrà prevista una indicazione acustica di arrivo al piano (gong), e un messaggio audio sintetizzato (bilingue: italiano e inglese) variabile con l'indicazione di quale piano è stato raggiunto e del movimento delle porte.

A titolo indicativo saranno:

- la porta si apre;
- la porta si chiude;
- piano 0 atrio;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- piano -1 banchine.

Eventuali personalizzazioni dei messaggi saranno recepite su richiesta dell'Ente gestore.

### 5.1.15 Porte di piano

Le porte di piano saranno automaticamente staffate a ogni livello a muro (o su apposita struttura metallica) in apposita sospensione recante in alto i carrelli di scorrimento e in basso le soglie con guida per gli appositi pattini. Saranno complete dei dispositivi meccanici di blocco ed elettrici di controllo.

Le antine saranno in lamiera di acciaio e avranno l'identico rivestimento delle cabine comunque in accordo al progetto architettonico

Le porte avranno caratteristiche REI come compatibile al livello di compartimentazione indicato dalle valutazioni del progetto antincendio e del progetto architettonico.

### 5.1.16 Automatismi per le porte di cabina e dei piani

Le porte della cabina e quelle di ciascun piano saranno azionate da un operatore elettrico che provvederà ad aprirle e a chiuderle simultaneamente.

Le porte di cabina saranno munite di un contatto elettrico che provocherà la riapertura delle antine se queste incontrano un ostacolo durante il movimento di chiusura.

Saranno inoltre dotate di un sensore fotoelettrico che impedisca alle porte di chiudersi se un qualsiasi ostacolo interferisce con il suo raggio. Tale dispositivo di protezione deve essere attivo almeno lungo una distanza tra 25 mm e 1800 mm sopra la soglia di cabina.


Le porte di piano saranno munite di un dispositivo che provocherà la chiusura automatica delle antine nel caso che la cabina non sia presente a quel piano.

### 5.1.17 Intelaiatura della cabina e apparecchi di sicurezza paracadute

L'intelaiatura delle cabine, del tipo a sedia, sarà costituita da robusti profilati in ferro opportunamente rinforzati e collegati tra loro e sarà munita dell'apparecchio paracadute regolamentari con dispositivo di verifica d'intervento riportata sul tetto di cabina.

### 5.1.18 Guide e staffe

Sono previste guide a T in acciaio per le cabine.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

La sezione del gambo di tutte le guide sarà provvista di incavo e di sporgenza per formare una giunzione ad incastro.

Gli attacchi di ancoraggio consentono una libera dilatazione delle guide in dipendenza delle variazioni di temperatura senza che si verifichino deformazioni.

### 5.1.19 Spazio del macchinario

Il quadro di comando e protezione di ogni singolo ascensore, realizzato in configurazione M.R.L., sarà fornito in opera a cura della ditta installatrice dell'ascensore stesso in posizione adiacente al vano corsa, in accordo al progetto architettonico. Il quadro sarà alimentato dal quadro ascensore (QASC) con due linee distinte, la prima per l'alimentazione della forza motrice (settore normale), la seconda di emergenza per l'alimentazione degli impianti luce.

Il quadro di comando e protezione conterrà tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento dell'ascensore e sarà dotato di apparecchiature PLC per l'interfaccia con sistema di monitoraggio e supervisione (Fornito da altro Appaltatore).

### 5.1.20 Linee elettriche

Le linee elettriche entro i vani saranno chiuse in condotti di lamiera di acciaio ispezionabili lungo tutto il percorso.

I cavi saranno del tipo:

- cavi non propaganti l'incendio (CEI EN 60332.3-24);
- emissione di alogeni zero (CEI EN50267-2-1);
- indice di tossicità dei fumi massimo 1.5 (CEI 20-37/4-0);
- indice di opacità dei fumi massimo 0.5 (CEI EN 61034-2, CEI EN 20-37-1).


### 5.1.21 Messa a terra

Nella zona del quadro ascensore sarà resa disponibile una corda di rame nuda o un codolo della maglia di terra di stazione (non di predisposizione da parte della ditta fornitrice dell'impianto) ove prevedere il nodo principale dell'impianto di terra al quale devono essere collegate:

il conduttore equipotenziale del quadro elettrico di manovra;

il conduttore equipotenziale della cabina;

il conduttore equipotenziale delle porte di piano e delle guide.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

I conduttori devono essere rivestiti in guaina di colore giallo-verde; le connessioni devono essere a compressione. In nessun caso le strutture metalliche dell'ascensore possono essere utilizzate come conduttore di terra. Per la messa a terra delle altre apparecchiature normalmente devono essere impiegate corde di rame isolate, di sezione adeguata a seconda delle esigenze. Eventuali giunzioni corda-corda devono essere eseguite mediante connettori a compressione. Per tutti gli allacciamenti di messa a terra, ogni corda deve essere intestata con capocorda e serrata con imbullonatura.


### 5.1.22 Sicurezza, sorveglianza e soccorso

Sono previsti i seguenti dispositivi di sicurezza:

- alle porte dei piani: contatti di sicurezza e serrature di blocco;
- in cabina: contatti di sicurezza sulle porte interne che aprono il circuito di manovra qualora non siano perfettamente chiuse;
- limitatore di velocità e apparecchio paracadute: il limitatore di velocità, tramite una fune di sicurezza, aziona l'apparecchio paracadute e blocca la cabina sulle guide quando si sarà raggiunto il valore di sovravelocità specificato dalle norme in funzione della velocità nominale dell'impianto;
- l'apparecchio paracadute sarà costituito da due squadri di acciaio inclinati e rulli o cunei in acciaio temperato che si incastrano tra le guide e gli squadri e bloccano la cabina sulle guide stesse, impedendone la caduta;
- sensore di sovraccarico: tale dispositivo interviene quando il carico della cabina supera del 10% il carico massimo nominale. Esso agisce sul circuito di manovra impedendo la partenza dalla cabina ed attiva un opportuno segnale nella medesima;
- dispositivo per la mancanza di forza motrice: permette, in mancanza dell'energia elettrica di alimentazione di rete durante la corsa, che la cabina tramite un sistema alternativo (alimentazione di emergenza) possa giungere in corrispondenza di un piano. Una volta raggiunto il piano deve essere impedito il successivo ravviamento ed esposta la conseguente indicazione di fuori servizio.

Per quanto riguarda il soccorso in caso di emergenza, oltre ai dispositivi e sussidi previsti dalla normativa vigente, si richiamano le seguenti prescrizioni:

- il soccorso, in caso di arresto della cabina fuori dal piano, sarà portato dall'esterno (se la causa è un blocco meccanico);
- sul tetto della cabina va prevista una botola, delle dimensioni minime 70x70 cm, per il soccorso di estrema emergenza all'utenza;
- per il soccorso dei passeggeri in caso di arresto della cabina fuori dal piano va previsto un servizio di pronto intervento che provveda alle operazioni di recupero dei viaggiatori;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- per tutti gli ascensori dovrà essere prevista un'attrezzatura fissa per l'evacuazione, anche di persone handicappate, dalla cabina eventualmente bloccata. A tale scopo verrà installato un paranco ad azionamento manuale (es. Rollgliss) corredato di funi di sollevamento, "sacco" e relativo gancio; il paranco sarà scorrevole lungo una trave in ferro a doppio T disposta trasversalmente nelle testate del vano corsa ed ancorata sulle pareti laterali dello stesso;


(durante il tempo di attesa dei soccorsi, i viaggiatori sono rassicurati ed informati ad intervalli frequenti e regolari tramite l'impianto di comunicazione vocale di cabina, dal personale del posto di sorveglianza).

Sono infine previste adeguate istruzioni e indicazioni per il personale di manutenzione e di soccorso per l'accesso all'impianto, alle attrezzature e alle dotazioni di sicurezza e soccorso.

### 5.1.23 Sistema di comunicazione per i VVF

Premesso che per tutte le aree della Metropolitana di Torino è previsto un servizio di comunicazione mobile e senza fili con operatività professionale fra terminali radio in uso al personale orientato a due tipologie di utenti, completamente distinti come operatività e con due infrastrutture parallele: una rete radio uso personale esercente e una rete radio uso VV.F. deve essere assicurata una comunicazione vocale bidirezionale interattiva tra la cabina dell'ascensore e:

- Il livello di accesso dei vigili del fuoco (piano strada). La comunicazione tra la cabina e il livello di accesso deve essere attiva in modo permanente durante le fasi di emergenza senza premere alcun pulsante di comando (fornito dall'installatore);
- Il livello di sbarco al piano delle banchine. La comunicazione tra la cabina e il livello di accesso deve essere attiva in modo permanente durante le fasi di emergenza senza premere alcun pulsante di comando (fornito dall'installatore);
- Il pannello per emergenza e prove. Il microfono deve essere reso attivo solo dalla pressione di un pulsante di comando sulla sua unità citofonica (fornito dall'installatore);
- Altra posizione per la comunicazione vocale (Posto centrale di controllo).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4


### 5.1.24 Limiti di fornitura impiantistici verso l'ascensore

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa che individua i limiti di fornitura e di interfaccia con altri impianti, rinviando altresì alle tabelle contenute nell'elaborato grafico MTL2T1A2D ISASVRK001-0-0 – Impianto scale mobili e ascensori – Schema di assieme.

<i>Sito di installazione</i>	<i>Descrizione della fornitura</i>	<i>Competenza</i>
interno della cabina	predisposizione per l'installazione e alimentazione di un diffusore sonoro e di una telecamera	MOV
	installazione di un diffusore sonoro e di una telecamera	TEL
	apparecchio citofonico per la comunicazione con il locale biglietteria ed il quadro di controllo e comando ascensore	MOV
	Impianto di illuminazione	MOV
nel vano corsa	predisposizione per l'installazione e alimentazione di un rivelatore di fumo	MOV
	installazione di un rivelatore di fumo	RIV
	Impianto di illuminazione	ELE
	accorgimenti di finitura ed accessori ai fini della sicurezza	MOV
in corrispondenza dello spazio del macchinario (MRL)	Impianto di illuminazione	ELE
	Gruppo prese	ELE
	Alimentazione del quadro di comando e controllo ascensore elettrico (QAS)	ELE
	Quadro di comando e controllo ascensore (QAS)	MOV
	Connessione in cavo tra quadro di comando e controllo ascensore (QAS) e ascensore	MOV
	Selettore locale remoto sul quadro di comando e controllo ascensore (QAS)	MOV
	morsettiera interna al QAS di interfaccia e collegamento alla cassetta di interfaccia del sistema di supervisione (compreso vie cavi)	MOV
	Apparecchio citofonico	MOV
	Predisposizione opere civili per gli impianti di cui sopra	OPC
Posto centrale di controllo	apparecchio citofonico di colloquio generale (solo fornitura)	MOV
	installazione dell'apparecchio di cui sopra (compreso cavi e vie cavi dal quadro di comando e controllo al Pcc)	ELE

**Legenda:**

- ELE impianto elettrico;
- MOV impianto di movimentazione;
- RIV impianto di rivelazione;
- OPC opere civili;
- TEL impianto di telecomunicazione: telefonico, TVcc, diffusione sonora

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

## 5.2 SCALE MOBILI

### 5.2.1 Riferimenti normativi

D.L. 27/01/2010, n. 17 "Attuazione della direttiva 2006/42/CE"

D.M. 21/10/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane";

UNI - EN 115-1 (edizione in vigore): "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di scale mobili e marciapiedi mobili";

Direttiva relative alle macchine 2006/42/CE;

Direttiva Compatibilità EMC.

### 5.2.2 Ambiente di funzionamento

Le caratteristiche dell'ambiente in cui le scale mobili dovranno funzionare variano a seconda del luogo di installazione, in particolare:

Per le scale interne in via esemplificativa:

- • variazione di temperatura: da 0°C a + 35°C;
- • umidità massima: 80%;
- • presenza di polveri corpi estranei quali: mozziconi di sigarette, carta, etc.


Per le scale esterne le caratteristiche ambientali sono:

- • variazione di temperatura: da -15°C a + 40°C;
- • umidità massima: 80%;
- • presenza di polveri corpi estranei quali: mozziconi di sigarette, carta, etc.;
- • eventuale presenza di fogliame (stagionale), fango, neve, acqua e corpi estranei

Pertanto, i materiali dovranno avere una buona resistenza alle temperature minime e massime alle quali sono esposte per il loro funzionamento.

Inoltre, si dovrà tenere conto che durante il periodo di installazione e fino all'entrata in esercizio gli impianti saranno fermi e dovranno poter sopportare, anche per più mesi, gradi di umidità superiori, presenza di polveri cementizie o di altre lavorazioni, eventuale stillicidio di acqua.



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4


### 5.2.3 Vita tecnica media e affidabilità

Nella proposta tecnica del fornitore dovranno essere specificate ipotesi di vita tecnica media per i vari componenti dell'apparato, ai sensi della normativa applicabile e dei requisiti richiesti dalla Stazione Appaltante in termini di gestione manutentiva.

**Tabella tipologica – Vita tecnica media scale mobili**

<b>DESCRIZIONE</b>	<b>VITA MEDIA (anni)</b>
<b>TRALICCIO</b>	<b>30</b>
<b>GRUPPO DI TRAZIONE</b>	
Catena di trazione principale	7-10
Albero principale	30
Cuscinetti albero principale	20
Freno di emergenza	20
Carrello tensionatore	20
Cuscinetti albero rinvio	20
Albero di trascinamento e rinvio	20-25
<b>SISTEMI DI GUIDE E RUOTE DI GRADINI</b>	
Parte inclinata	20-25
Parti curve	15-25
<b>TRAZIONE CORRIMANO</b>	
Corrimani	8-10
Puleggia di trazione corrimano	12-20
Catena di trazione corrimano	5-10
<b>GUIDE DEI CORRIMANI</b>	
Parte inclinata	20-25
Parti curve	15-20
<b>GRADINI</b>	
Gradini	20
Cuscinetti ruotini dei gradini	18-20
Catena dei gradini	17-20

Nell'ambito della documentazione di proposta tecnica devono essere indicati gli elementi necessari per una corretta valutazione dei livelli di affidabilità (MTBF), inoltre dovrà essere prevista l'emissione delle specifiche dei singoli componenti dell'impianto, delle liste dei controlli relativi alle operazioni di ispezione e del programma di manutenzione in funzione delle ore di funzionamento.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 5.2.4 Abaco scale mobili

Viene riportata di seguito la tabella riassuntiva delle unità di "tipo 1" (larghezza 1,0 m) previste per la presente stazione, riportante le caratteristiche salienti di ciascuna:

**Abaco scale mobili**

CODIFICA	USO IN EMERGENZA / LARGHEZZA	ALIM. ELETTRICA	PIANO EVAC.NE	DISLIVELLO (*)
SM 1	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	ATRIO	5.85
SM 2	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	ATRIO	5.85
SM 3	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	ATRIO	5.85
SM 4	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	ATRIO	5.85
SM 5	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	ATRIO	5.85
SM 6	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	STRADA (**)	7.30
SM 7	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	STRADA (**)	6.25
SM 8	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	MEZZANINO	5.85
SM 9	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	MEZZANINO	5.85
SM 10	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	MEZZANINO	5.85
SM 11	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	MEZZANINO	5.85
SM 12	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	MEZZANINO	5.85
SM 13	SCALA FERMA / 1 M	SINGOLA	MEZZANINO	5.85


(\*) IL DISLIVELLO DOVRA' ESSERE CONFERMATO DAGLI ELABORATI OPERE CIVILI

(\*\*) LE SCALE MOBILI CON SBARCO A PIANO STRADA DEVONO ESSERE IDONEE ALL'INSTALLAZIONE ALL'APERTO

### 5.2.5 Consistenza della fornitura

In totale dovranno essere fornite n. 13 scale mobili, con inclinazione 30° larghezza gradini 1000 mm, le cui caratteristiche tecniche sono così riportate:

- dislivelli 5,85 m (11 impianti)
- 7,30 m (1 impianto)

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

	6,25 m (1 impianto)
- inclinazione sul piano orizzontale	30°
- larghezza nominale dei gradini	1000 mm
- senso di marcia	bidirezionale
- velocità di scorrimento normale (variabile con continuità)	da 0,5 a 0,65 m/s
- capacità teorica di trasporto	6000-7300 persone/ora
- velocità di scorrimento a vuoto	circa 0.20 m/s
- velocità di scorrimento in manutenzione	0,07- 0,1 m/s

## 5.2.6 Caratteristiche generali

### 5.2.6.1 Generalità

Le scale mobili saranno costruite per un servizio continuativo, con intenso traffico di pubblico, di sette giorni alla settimana, per 20 ore al giorno, di cui il 40% a pieno carico in corrispondenza delle ore di punta dell'esercizio ferroviario.

Le scale mobili saranno rispondenti all'ultima stesura in vigore della Norma europea EN 115 e alle norme tecniche di sicurezza di cui al DM 18/9/1975, dove applicabile.

Le scale mobili saranno costruite per funzionare in entrambe le direzioni di marcia alla stessa velocità (salita – discesa) con ugual caratteristiche di sicurezza.


Le scale mobili avranno larghezza netta di 1000 mm tra le balaustre in modo da rappresentare due moduli di uscita, come definiti dal D.M. 11/1/88.

L'inclinazione delle scale mobili è di 30°, con tre gradini visibili in orizzontale per ogni estremità.

La potenza dei motori di trazione è calcolata in base al carico massimo e a una velocità dei gradini variabile da 0,50 m/s fino a 0,65 m/s.

Un variatore di frequenza consentirà, con continuità, di limitare le correnti di spunto all'avviamento e permetterà le variazioni di velocità.

Le scale mobili saranno costruite con criteri e materiali di sicurezza dal punto di vista del pericolo di incendio secondo la normativa vigente.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Il vano motore, posto generalmente in cima alla scala, sarà equipaggiato con rivelatori di fumo collegati con l'impianto di rivelazione incendi della stazione; sotto il telaio della scala mobile, all'interno del cassone, sarà posizionato un impianto automatico di spegnimento ad acqua (sprinkler).

Le modalità di interazione dei due dispositivi con l'impianto scala mobile sono differenti:

- Il rivelatore di fumo, una volta collegato al loop di rivelazione, trasferisce l'eventuale condizione di allarme alla centrale di rivelazione incendi di stazione; in tal modo si attiveranno le procedure previste dall'Esercente;
- L'intervento dell'impianto sprinkler del cassone provoca invece disalimentazione elettrica della scala: un flussostato a doppio contatto posto sul circuito sprinkler della scala è collegato direttamente in cavo all'interruttore del quadro generale di stazione che alimenta il quadro scala mobile, provocandone lo sgancio automatico in caso di attivazione degli sprinkler per incendio.


La scelta di disalimentare la scala per il solo intervento degli sprinkler è motivata dal fatto che si è considerato evento determinante la situazione termica di intervento delle testine, lasciando invece alla discrezione dell'AS l'intervento sulla scala a seguito di un allarme ricevuto dall'impianto rivelazione incendi (che in teoria potrebbe essere un falso) al fine di non precludere la possibilità di disporre, fin quando possibile, di una via di esodo.

### **5.2.6.2 Caratteristiche delle opere edili**

È compito dell'esecutore prendere visione degli elaborati di progetto delle opere edili; rilevarne le dimensioni effettive relativamente ai vani, locali macchine, pozzi di accesso ecc.; studiare la migliore disposizione degli impianti, verificare la disposizione degli eventuali appoggi intermedi previsti, ed evidenziare eventuali ulteriori necessità.

In relazione alle caratteristiche delle opere edili il costruttore, inoltre, dovrà:

- verificare i parametri dimensionali degli impianti;
- definire la scomposizione in più sezioni ai fini del trasporto, della movimentazione e dell'installazione degli stessi;
- prevedere le opere provvisorie per evitare danni all'impianto e garantire la continuità delle discenderie anche in funzione delle lavorazioni a loro estranee;
- verificare la rispondenza del sito alle normative richiamate in precedenza e rilasciare apposita dichiarazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 5.2.6.3 Intercambiabilità

Tutte le parti costituenti le scale mobili e aventi le caratteristiche di ripetibilità, quali: gradini, piattaforme, supporti, ruotini e loro cuscinetti, dovranno essere identiche e intercambiabili per tutti gli impianti.

### 5.2.7 Modalità di funzionamento

Le scale mobili dovranno essere costruite per un servizio continuativo di sette giorni alla settimana per 16 ore al giorno di cui il 25% a pieno carico in corrispondenza delle ore di punta per l'esercizio ferroviario.

#### 5.2.7.1 Funzionamento in regime normale

Sarà possibile impostare la velocità di scorrimento, con continuità tra 0,5 e 0,65 m/s, agendo sul quadro di manovra.

La variazione della velocità dovrà essere consentita tramite operazioni di settaggio dell'impianto senza la necessità di personale specializzato e/o di cambiare apparecchiature.


Le scale dovranno rispondere pienamente alle normative richiamate per qualsiasi velocità prescelta. Le prove di funzionamento saranno effettuate almeno per le due condizioni estreme di velocità.

La scelta della velocità da adottare in esercizio sarà funzione degli sviluppi che potranno intervenire, in materia, nella normativa italiana e/o delle deroghe che potranno concedere le Autorità competenti.

Le scale potranno funzionare in modalità continua o discontinua automatica comandata da pedana sensibile e/o altro sistema equivalente. In quest'ultimo caso l'avvio potrà avvenire con partenza da fermo o da velocità di funzionamento a vuoto.

Le accelerazioni e decelerazioni, misurate sui gradini in piano, non dovranno essere superiori al valore di 3 cm/s<sup>2</sup>.

Nella modalità di funzionamento discontinuo automatico la scala, al sopraggiungere del primo passeggero, raggiungerà la velocità di funzionamento prevista che sarà mantenuta per il tempo teorico di permanenza sulla scala dell'ultimo passeggero salito più 30s. Tale valore potrà comunque essere variato agendo sul quadro di comando.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 5.2.7.2 Funzionamento a vuoto

Sarà prevista la modalità di funzionamento a vuoto corrispondente al funzionamento della scala mobile in assenza di passeggeri e con velocità ridotta pari a 0,20 m/s.

### 5.2.7.3 Funzionamento in regime di manutenzione

Le scale saranno fornite del meccanismo atto ad eseguire la manovra a mano. Poiché, tuttavia, specialmente per le scale più lunghe, l'azionamento di detto dispositivo potrebbe diventare di uso difficoltoso, l'addetto alla manovra potrebbe essere indotto all'uso del motore elettrico a velocità pericolose. Pertanto, sarà possibile usufruire di un regime di manutenzione con velocità molto bassa (0,07-0,10 m/s) inserendo le pulsantiere di manovra. Le inserzioni saranno possibili, ad ambedue le testate delle scale con interblocco. Le pulsantiere di manovra potranno azionare tutte le scale.


## 5.2.8 Caratteristiche meccaniche ed elettriche

Le caratteristiche tipologiche di seguito riportate si riferiscono alle scale mobili da installare in ambienti interni protetti dalle intemperie.

### 5.2.8.1 Traliccio

Il traliccio sarà rispondente ai seguenti requisiti:

- Realizzato con elementi metallici tubolari ad elevata resistenza saldati tra loro (con certificazione ai sensi del D.M. 14/02/1992) con freccia ammissibile su carico passeggeri di 5.000 N/m<sup>2</sup> applicato ai gradini inferiore a 1/1000 della distanza tra i due supporti; calcolo con coefficiente di sicurezza  $\geq 5$ ;
- Reazioni agli appoggi indicati dal costruttore della scala mobile in fase di progettazione;
- Traliccio costituito da tre parti principali:
  - ✓ parte costante alta comprendente la macchina di trazione, l'albero di azionamento, il meccanismo di comando dei corrimani;
  - ✓ parte costante bassa comprendente il carrello tenditore ed il dispositivo di inversione inferiore;
  - ✓ parte inclinata di lunghezza variabile in funzione del dislivello che supporta le guide rettilinee dei gradini, il corrimano e le balaustre;
  - ✓ La parte inferiore del cassone dotata di piastra di rivestimento a tenuta olio e acqua;
- Supporti provvisti di cuscinetti anti-vibrazione;
- Protezione con due livelli di vernice contro la corrosione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 5.2.8.2 Piste dei gradini

Le piste saranno in acciaio trattato ed indurito, sufficientemente rigido e assicureranno un corretto allineamento e funzionamento dei gradini. Non sono ammesse piste saldate.

Lo spessore delle guide per le catene dei gradini nella zona di curvatura superiore dovrà essere almeno di 5 mm. Tutte le guide saranno fissate al traliccio per mezzo di una staffa speciale, che consente di allineare contemporaneamente le singole guide sia verticalmente che orizzontalmente;

Nella parte superiore e inferiore delle scale, in corrispondenza della curva di raccordo tra la parte inclinata e la parte in piano, le catene dei gradini saranno dotate di guide anche nella parte superiore, in modo da evitare il possibile sollevamento delle ruote e della catena dalle piste. Le guide per le ruote della catena saranno regolabili con la trasmissione principale e con il carrello tenditore, in modo tale che la catena dei gradini possa essere fissata tangenzialmente alla linea di pendenza della ruota dentata, sia nella parte superiore che inferiore delle ruote dentate.

Le curve di raccordo avranno un raggio di curvatura non inferiore a m 2,5 nelle testate superiori e di 1,8 m in quelle inferiori.

### 5.2.8.3 Gradini

Le strutture dei gradini saranno in acciaio o in lega di alluminio adeguatamente rinforzate così da evitare deformazioni delle pedate anche se queste sono cariche eccentricamente. Esse dovranno poter sopportare, singolarmente prese, un carico di 600 Kg/mq senza subire deformazioni permanenti. I rulli dei gradini saranno studiati per un funzionamento silenzioso e saranno del tipo che ne assicuri la rotazione ed eviti appiattimenti; le superfici non metalliche saranno di materiale resistente all'olio.

I rulli saranno montati in modo da evitare sobbalzi o rollii dei gradini e saranno forniti di cuscinetti a rotolamento, del tipo lubrificato a vita e protetti con schermi alla polvere.


I gradini avranno una distanza tra di loro non superiore a 5 mm, distanza misurata in piano.

Le catene dei gradini saranno del tipo a rulli, una per ogni lato degli stessi.

Le parti componenti i gradini (alberi, perni, scocca ecc.) saranno in materiale inossidabile. Per le scocche saranno utilizzati opportuni trattamenti protettivi. La struttura sarà tale da non trattenere l'acqua.

I ruotini saranno in lega di alluminio.

Le piste dei gradini saranno in metallo resistente alla ossidazione, o per propria natura o per particolari trattamenti.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

#### **5.2.8.4 Pedate e alzate gradini**

Le pedate dei gradini saranno pressofuse in lega di alluminio. Esse avranno costolature realizzate parallelamente al senso del moto in modo tale da consentire un sicuro appoggio per i piedi.

Le alzate dei gradini saranno scanalate verticalmente in modo che le costole delle alzate di un gradino passino nelle scanalature delle pedate del gradino adiacente.

L'alzata del gradino non dovrà superare i 21 cm.

#### **5.2.8.5 Corrimano**

Su ogni lato della balaustra della scala mobile deve essere previsto un corrimano scorrevole. Il corrimano sarà realizzato in gomma sintetica nera e strati di tessuto rinforzato con corde d'acciaio, onde eliminare l'allungamento del corrimano. Sarà prevista soltanto una giunzione vulcanizzata in fabbrica per ogni corrimano. Il carico di rottura sarà maggiore o uguale a 25 KN.

Il corrimano sarà collegato con la scala in modo che scorra alla medesima velocità dei gradini con la tolleranza prevista dalle norme. L'imbocco sarà protetto da un dispositivo capace di fermare la scala in caso d'introduzione di corpi estranei tra corrimano e parti fisse.

Inoltre, sarà previsto un dispositivo per il blocco della scala in caso di rottura del corrimano.

Il corrimano sarà costituito ad anello chiuso con giunzioni invisibili.

La trazione del corrimano sarà progettata per scorrere con livelli minimi di attrito e senza un'eccessiva curvatura del corrimano. Per assicurare un'ottimale sincronizzazione di velocità, il corrimano verrà trainato dalla trazione principale.

Ciascuna puleggia è provvista di cuscinetti lubrificati a vita.


La rigidità laterale del corrimano dovrà essere tale che l'uscita dalle guide non possa essere provocata da una sola persona.

La guida dovrà essere rettilinea, allineata ed a livello con le pulegge alte e basse. Il gioco fra le guide e l'interno del corrimano dovrà essere molto piccolo e comunque compatibile

con un corretto funzionamento. Il ritorno del corrimano nel traliccio dovrà essere assicurato da rulli che non dovranno provocare usure;

Ogni corrimano dovrà essere teso separatamente da un dispositivo facilmente regolabile, accessibile dall'interno della scala;



 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

#### **5.2.8.6 Balastra ed elementi di finitura**

Le zoccolature saranno in acciaio Inox AISI 304 satinato con serica liscia, rivestiti di speciale trattamento antifrizione.

Lo spessore delle lastre costituenti la suddetta struttura non dovrà essere inferiore in nessun punto a 1,5 mm.

Gli elementi di finitura dovranno essere conformi al progetto architettonico (balaestre in acciaio inox o in cristallo, rivestimenti in lamiera verniciata, acciaio inox, cristallo, totem, ecc.).

#### **5.2.8.7 Lubrificazione**

Per le scale la lubrificazione sarà automatica.

La lubrificazione della catena dei gradini sarà distinta dalle altre.

#### **5.2.8.8 Macchinari di trazione**

Per tutti i tipi di scale il motore sarà asincrono trifase a 400 V 50 Hz, con motore a gabbia di scoiattolo grado di protezione IP54. Il riduttore sarà a vite senza fine - ruota elicoidale, in bagno di olio. La vite senza fine sarà in acciaio al nichel-cromo e la ruota elicoidale in bronzo fosforoso.


#### **5.2.8.9 Quadro elettrico e suoi collegamenti**

Il quadro di comando e protezione della scala sarà posto all'esterno della stessa in apposito locale quadro. Gli sportelli dei quadri saranno chiudibili con chiave Yale; verranno adottati ulteriori provvedimenti per tolta tensione all'apertura degli stessi e per impedire contatti accidentali con le parti eventualmente in tensione all'atto dell'apertura e a segnalare visivamente il pericolo.

L'alimentazione dal quadro generale di stazione (QGBT) al quadro di comando e protezione della scala mobile (QSM) avviene mediante linea in cavo 3F+N.

Dal quadro (QSM) verrà derivata una linea a monte dell'interruttore generale per l'alimentazione della luce e delle prese di bordo macchina. Entrambe le derivazioni, forza motrice e luce, saranno dotate nello stesso quadro macchine delle opportune apparecchiature di manovra e protezione.

Detti quadri conterranno tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento della scala e saranno dotati di apposite morsettiere per l'interfaccia con il sistema di monitoraggio e supervisione (fornito in altro appalto).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

In particolare, detto quadro dovrà prevedere idoneo dispositivo di corrente residua differenziale a protezione di guasti a terra sull'apparecchiatura sostenuti attraverso gli elementi della catena di comando e controllo del tipo a semiconduttore dei ponti raddrizzatore e inverter che danno luogo a correnti di guasto ad elevata frequenza.

La tensione del quadro di manovra sarà di 48/24 Vcc.

Sul fronte quadro della scala mobile dovrà essere riportata e visualizzata sia la lettura dei codici errori che le informazioni in chiaro, adottando almeno n.2 stringhe di caratteri in lingua italiana, del tipo di errore ed un comando reset dovrà essere accessibile anche a personale non specializzato in caso di blocco della scala, non legato ad interventi dei dispositivi di sicurezza.

Il ripristino allarme mediante reset non è consentito al personale non incaricato, per blocchi meccanici della scala legati alla sicurezza della stessa (rottura corrimano, catena di trazione ecc.).

Tutte le apparecchiature elettriche, nonché la carcassa del motore, il cassone della scala (sia nel vano superiore che nel vano inferiore) saranno collegate a terra.

La distanza del quadro e del convertitore di frequenza dalla scala mobile sarà quella desumibile dagli elaborati grafici; la via cavi dal quadro alla testa della scala è compresa nella fornitura.

Il grado di protezione del quadro di comando e protezione sarà IP 54.

#### **5.2.8.10 Prese di corrente**

Presso ciascuna estremità per ogni scala saranno installate due prese del tipo CEE 2×16 A+T con spinotti tondi, alimentate da un trasformatore da 500 VA - 220 / 48 / 24 V con il centro del secondario accessibile e posto a terra.


#### **5.2.8.11 Dispositivo di comando e segnalazione**

A ciascuna estremità della scala sarà previsto un pulsante sistemato ad un'altezza compresa fra 1,80 e 2,00 m per il comando di arresto della scala, inoltre un pulsante di arresto dovrà essere installato anche nel vano superiore e inferiore della scala.

Detto comando sarà IP55 e sarà installato su di una colonnina il cui particolare sarà definito nel progetto architettonico.

Verranno installati, sulla colonnina di cui sopra:

- I pulsanti di stop (posti a 1,80 m da quota pavimento) a disposizione del pubblico;
- La cassetta porta comandi contenente:
  - ✓ Selettore continuo/automatico, il quale consente di modificare lo stato da funzionamento continuo con velocità costante a funzionamento automatico, viaggiando ad una velocità ridotta in assenza di persone a bordo;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- ✓ Selettore rotativo avvio in salita/avvio in discesa, il quale consente di avviare la scala o il tappeto in una delle due direzioni;
- ✓ Pulsante di arresto, il quale consente un arresto graduale della scala;
- ✓ Selettore locale/remoto, il quale consente all'operatore della manutenzione di lavorare in sicurezza sulla scala mobile comandando l'impianto in locale ed escludendo i comandi dalla postazione centrale al PCC;
- La scritta di fuori servizio retro illuminata con lampada a bassa tensione, illuminata quando la scala viene posta fuori servizio per motivi di manutenzione oppure se la stessa è disalimentata;
- Segnaletica di direzione di tipo stradale, segnale di direzione di colore blu e segnale di divieto di colore rosso che indicano all'utente se la scala è in servizio ed in quale senso di movimento, il segnale di direzione di colore blu è illuminato nel senso della direzione di accesso, mentre sul lato opposto sarà illuminata la specula del divieto;
- La cassetta porta catena con catena, di colore bianco e rosso si utilizza quando la scala viene posta fuori servizio, viene fissata a una palina ed alla cassetta porta catena;
- Informazioni comuni per il pubblico.

In ciascun vano delle estremità è predisposta una presa per l'inserzione della pulsantiera di comando per la manutenzione, sui quadri slave ubicati nel vano superiore e inferiore.

L'inserimento della stessa esclude la possibilità di comandare la scala dall'esterno. Ogni scala sarà munita di una propria pulsantiera.

Nella zona di accesso la delimitazione dei gradini sarà resa evidente da una luce filtrante colore verde ad effetto intermittente.

Inoltre, la zona di arrivo deve essere adeguatamente segnalata mediante segnalazione luminosa lampeggiante.

#### **5.2.8.12 Impianto di illuminazione**


All'interno delle scale, in particolare nei vani macchine accessibili, ove si svolgeranno operazioni di manutenzione, sarà realizzato un impianto di illuminazione fisso a 24 V con interruttori facilmente accessibili.

Per le sale quadri delle scale l'impianto luce e di prese forza motrice verranno realizzati come parte dell'impianto elettrico di stazione.

#### **5.2.8.13 Cavi e vie cavi**

I cavi dell'impianto elettrico saranno del tipo rispondente alle seguenti norme CEI:

- cavi non propaganti l'incendio (CEI EN 60332.3-24);
- emissione di alogeni zero (CEI EN50267-2-1);
- indice di tossicità dei fumi massimo 1.5 (CEI 20-37/4-0);
- indice di opacità dei fumi massimo 0.5 (CEI EN 61034-2, CEI EN 20-37-1).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

Essi saranno fissati alle strutture delle scale in modo da non poter essere danneggiati accidentalmente.

Il fissaggio dei cavi al traliccio od altro sostegno sarà realizzato in materiale plastico di tipo pesante. Tutti i contenitori che dovranno proteggere parti elettriche saranno a tenuta stagna.

Nel caso in cui i cavi siano marchiati con sigle relative ad altre Norme, dovrà essere presentata opportuna certificazione per dimostrarne l'equivalenza con le norme CEI sopra indicate.

#### **5.2.8.14 Dispositivi di sicurezza**

Oltre ai dispositivi di cui al punto 3.15 delle Norme Ministeriali D.M. 18/9/1975, e quant'altro previsto dalle normative richiamate al paragrafo precedente, saranno predisposti i seguenti dispositivi di sicurezza.

- contro l'inserzione di corpi estranei fra gradini e balaustre;
- protezione imbocco corrimano (già descritto precedentemente);
- protezione contro l'abbassamento di tensione;
- dispositivo di arresto scala con comando continuo.

Per impedire danni dovuti all'insediamento di corpi estranei tra gradini e zoccolo della balaustrata, su ciascuna balaustra saranno posti due interruttori sensibili (in totale 4 per ogni scala), situati al di sotto del filo dei gradini scorrenti in piano alle due testate, in modo che ne rimangano coperti.


Essi saranno inoltre il più possibile distanti dalle punte dei pettini. Gli interruttori agiranno in entrambe le direzioni di moto.

La protezione contro l'abbassamento della tensione interverrà qualora la tensione di alimentazione dovesse scendere a valori inferiori del 20% della nominale.

Verranno inoltre installati, nei vani sotto le botole alle due testate delle scale, un contatto protetto contro manovre accidentali. Si agirà sul circuito di comando, che deve aprirsi quando si sollevano le botole e deve essere richiuso manualmente.

Saranno inoltre presenti i seguenti dispositivi di sicurezza:

- dispositivo contro l'allungamento e la rottura della catena di trascinamento dei gradini;
- freno di emergenza;
- limitatore di velocità;
- dispositivo contro l'inversione accidentale del verso del moto;
- dispositivo di sicurezza contro la rottura della catena di trasmissione;
- dispositivo di rottura corrimano;
- dispositivo di sicurezza contro il sollevamento dei gradini;
- impianto antincendio a sprinkler interno alla scala (da collegarsi all'impianto di stazione);
- dispositivo sulla linea degli sprinkler atto a togliere tensione all'impianto mobile ed eventuali adiacenti al momento dell'entrata in funzione degli sprinkler;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

- dispositivo di sicurezza sui pettini;
- dispositivo di sicurezza contro la rottura delle rotelle dei gradini e delle catene;
- dispositivo di protezione dalle scariche elettrostatiche sui corrimani.

#### **5.2.8.15 Prescrizioni di posa**

Il quadro di comando e protezione sarà posto su basamento in profilato di ferro a U con interposto idoneo materiale isolante.

#### **5.2.8.16 Prove, verifiche funzionali e collaudi**

Prima della messa in esercizio devono essere eseguite le seguenti prove e verifiche preliminari:


- esame preventivo per l'accertamento della rispondenza alle norme in vigore;
- esame visivo dell'insieme e verifiche geometriche;
- prova di funzionamento;
- prova dei dispositivi di sicurezza;
- prova a vuoto e a pieno carico del freno o dei freni;
- misura della resistenza di isolamento dei vari circuiti elettrici fra conduttori e terra;
- verifica della continuità dei collegamenti di messa a terra.

#### **5.2.8.17 Oneri addizionali**

Si devono intendere incluse tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

Sono compresi i seguenti oneri:

- disegni d'assieme e d'installazione;
- caratteristiche costruttive e funzionali dei componenti da sottoporre all'approvazione della D.L.;
- assistenza tecnica durante l'esecuzione delle opere murarie;
- schemi e manuali di esercizio;
- svolgimento delle pratiche necessarie per il collaudo dell'Ente competente;
- apparecchiature, strumenti e manodopera necessari per le operazioni di collaudo richieste dalla D.L. e dai collaudatori;
- protezione delle apparecchiature, manufatti e accessori durante l'operazione di verniciatura e tinteggiatura dei locali;
- prove di qualità e resistenza dei materiali da effettuarsi presso la Fabbrica.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2 Bologna-Politecnico</b>
Impianti non di sistema Stazione Verona – Impianto elettrico Relazione tecnica e calcoli di dimensionamento	6_MTL2T1A2DIELSVRR001-0-4

### 5.2.9 Altri oneri generali a carico del fornitore

Sono a carico del fornitore della scala mobile i seguenti oneri generali:

- prove non distruttive;
- progettazione costruttiva e redazione degli elaborati nelle fasce e per il numero di copie richieste dal Committente;
- documentazione per il numero di copie richieste dall'Ente competente per il rilascio del nulla osta tecnico;
- adeguamenti degli impianti alle prescrizioni dell'Ente competente sia in sede di rilascio del nulla osta tecnico sul progetto che in sede di verbale delle verifiche e prove funzionali, e di visita di ricognizione.
- cartellonistica e segnalazioni come previsto dalla Normativa e dal gestore di esercizio;
- certificazioni e/o omologazioni richieste dal progettista, dalla Direzione Lavori e dall'Ente competente;
- prevedere le sigillature per impigliamento dita o di quant'altro accessorio ai fini della sicurezza.

## 6. CALCOLI ELETTRICI E DIMENSIONAMENTO DELLE VIE CAVI PRINCIPALI

Allegato 1: Calcoli elettrici

Allegato 2: Dimensionamento delle vie cavi principali