

**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>INFRASTRUTTURE per la mobilità</b><br>INFRA TRASPORTI S.r.l. |    |    |    |   |     |     |   |      |      |       |      |          |
| DIRETTORE PROGETTAZIONE<br>Responsabile integrazione discipline specialistiche | IL PROGETTISTA   |   |    |    |    |   |     |     |   |      |      |       |      |          |
| Ing. R. Crova<br>Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385     | Ing. F. Azzarone<br>Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J | <b>IMPIANTI NON DI SISTEMA – STAZIONE POLITECNICO</b><br><b>IMPIANTO ELETTRICO</b><br>RELAZIONE TECNICA   |    |    |    |   |     |     |   |      |      |       |      |          |
|  |  | ELABORATO   |    |    |    |   |     |     |   | REV. |      | SCALA | DATA |          |
| BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi   |  | MT  | L2 | T1 | A2 | D | IEL | SPO | R | 001  | Int. | Est.  | -    | 30/06/23 |


AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

| REV. | DESCRIZIONE                                       | DATA     | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO | VISTO |
|------|---|----------|---------|-------------|-----------|-------|
| 0    | EMISSIONE   | 31/03/22 | LBe     | AGh         | FAz       | RCr   |
| 1    | EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA | 21/04/23 | LBe     | FAz         | FAz       | RCr   |
| 2    | EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA | 30/06/23 | LBe     | FAz         | FAz       | RCr   |
| -    | -   | -        | -       | -           | -         | -     |
| -    | -   | -        | -       | -           | -         | -     |


|  |          |         |   |           |            |         |          |         |   |           |            |  |  |  |  |  |  |  |
|--|----------|---------|---|-----------|------------|---------|----------|---------|---|-----------|------------|--|--|--|--|--|--|--|
| <table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.2.13</td> <td>6</td> <td>MTL2T1A2D</td> <td>IELSPOR001</td> </tr> </table> |          |         |   |           |            | LOTTO 2 | CARTELLA | 12.2.13 | 6 | MTL2T1A2D | IELSPOR001 | <p align="center"><b>STAZIONE APPALTANTE</b></p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE<br/>INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ<br/>Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO<br/>Ing. A. Strozziro</p> |  |  |  |  |  |  |
| LOTTO 2  | CARTELLA | 12.2.13 | 6 | MTL2T1A2D | IELSPOR001 |         |          |         |   |           |            |  |  |  |  |  |  |  |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

## INDICE

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1.</b>    | <b>PREMESSA</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1.1</b>   | <b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>  | <b>6</b>  |
| <b>1.2</b>   | <b>DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE</b>                              | <b>8</b>  |
| <b>1.3</b>   | <b>CONTENUTI DELL'ELABORATO</b>   | <b>10</b> |
| <b>2.</b>    | <b>DESCRIZIONE GENERALE</b>   | <b>10</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>INQUADRAMENTO GENERALE</b>   | <b>10</b> |
| <b>2.1.1</b> | <b>CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI DI STAZIONE</b>                             | <b>10</b> |
| <b>2.1.2</b> | <b>CONCETTO DI SMART STATION</b>  | <b>11</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>ANALISI NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>                                       | <b>13</b> |
| <b>2.2.1</b> | <b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI</b>                   | <b>13</b> |
| <b>2.2.2</b> | <b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI ELEVATORI (SCALE MOBILI E ASCENSORI)</b> | <b>15</b> |
| <b>3.</b>    | <b>IMPIANTI ELETTRICI NELLE STAZIONI</b>                                      | <b>18</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>DESCRIZIONE GENERALE</b>   | <b>18</b> |
| <b>3.1.1</b> | <b>PROSPETTO DELLE POTENZE ASSORBITE</b>                                      | <b>21</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>DISTRIBUZIONE LINEE MT</b>   | <b>23</b> |
| <b>3.3</b>   | <b>DISTRIBUZIONE LINEE BT</b>   | <b>24</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>QUADRI ELETTRICI</b>   | <b>25</b> |
| <b>3.4.1</b> | <b>QUADRI SERRANDE</b>  | <b>26</b> |
| <b>3.4.2</b> | <b>POMPE DI CALORE E QUADRI HVAC</b>  | <b>27</b> |
| <b>3.5</b>   | <b>VIE CAVI DI DISTRIBUZIONE</b>  | <b>28</b> |
| <b>3.5.1</b> | <b>DISTRIBUZIONE PRINCIPALE</b>   | <b>28</b> |
| <b>3.5.2</b> | <b>DISTRIBUZIONE SECONDARIA E TERMINALE</b>                                   | <b>28</b> |
| <b>3.6</b>   | <b>GRUPPI DI CONTINUITÀ TRIFASE (CPS)</b>                                     | <b>30</b> |
| <b>3.6.1</b> | <b>ALIMENTAZIONE DELLA RETE "NO-BREAK"</b>                                    | <b>30</b> |
| <b>3.6.2</b> | <b>ALIMENTAZIONE DELLA RETE "LUCI DI SICUREZZA"</b>                           | <b>32</b> |
| <b>3.7</b>   | <b>PREDISPOSIZIONI PER IMPIANTO DI SUPERVISIONE</b>                           | <b>32</b> |
| <b>3.8</b>   | <b>IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE</b>             | <b>33</b> |
| <b>3.8.1</b> | <b>IMPIANTI DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI VAGANTI</b>           | <b>33</b> |
| <b>3.8.2</b> | <b>PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE</b>                                 | <b>33</b> |
| <b>3.9</b>   | <b>PREDISPOSIZIONI IMPIANTISTICHE</b>   | <b>33</b> |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |


|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| <b>3.9.1</b>  | <b>PREDISPOSIZIONI DI BIGLIETTAZIONE, VARCHI ACCESSO E CONNESSIONE UCAV-S33</b> |           |
| <b>3.9.2</b>  | <b>PREDISPOSIZIONI PER SISTEMI INFORMATIVI, PUBBLICITÀ, ECC.</b>                | <b>34</b> |
| <b>3.10</b>   | <b>IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE NORMALE E DI EMERGENZA</b>                         | <b>35</b> |
| <b>3.10.1</b> | <b>ILLUMINAZIONE NORMALE NELLE STAZIONI</b>                                     | <b>35</b> |
| <b>3.10.2</b> | <b>SISTEMA DI CONTROLLO ILLUMINAZIONE</b>                                       | <b>37</b> |
| <b>3.10.3</b> | <b>CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI</b>                             | <b>39</b> |
| <b>3.10.4</b> | <b>ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA NELLE STAZIONI</b>                                | <b>39</b> |
| <b>3.10.5</b> | <b>CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI DI EMERGENZA</b>                | <b>41</b> |
| <b>3.10.6</b> | <b>SISTEMA DI MONITORAGGIO AUTOMATICO DELL'ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA</b>       | <b>41</b> |
| <b>4.</b>     | <b>IMPIANTI ELEVATORI DI STAZIONE</b>   | <b>43</b> |
| <b>4.1</b>    | <b>SCALE MOBILI</b>   | <b>43</b> |
| <b>4.1.1</b>  | <b>CONDIZIONI AMBIENTALI</b>  | <b>44</b> |
| <b>4.1.2</b>  | <b>VITA TECNICA MEDIA E AFFIDABILITÀ</b>  | <b>44</b> |
| <b>4.1.3</b>  | <b>ABACO SCALE MOBILI</b>   | <b>46</b> |
| <b>4.1.4</b>  | <b>CARATTERISTICHE ANTINCENDIO DEI MATERIALI</b>                                | <b>47</b> |
| <b>4.1.5</b>  | <b>CARATTERISTICHE TECNICHE</b>   | <b>48</b> |
| <b>4.2</b>    | <b>ASCENSORI ELETTRICI</b>  | <b>50</b> |
| <b>4.2.1</b>  | <b>CONDIZIONI AMBIENTALI</b>  | <b>50</b> |
| <b>4.2.2</b>  | <b>VINCOLI FUNZIONALI PER L'ACCESSO DELLE BICICLETTE</b>                        | <b>51</b> |
| <b>4.2.3</b>  | <b>PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE ASCENSORI ELETTRICI</b>                  | <b>51</b> |
| <b>4.2.4</b>  | <b>SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE</b>   | <b>52</b> |
| <b>4.2.5</b>  | <b>VITA TECNICA MEDIA E AFFIDABILITÀ</b>  | <b>52</b> |
| <b>4.2.6</b>  | <b>ABACO ASCENSORI</b>  | <b>53</b> |
| <b>4.2.7</b>  | <b>CARATTERISTICHE ANTINCENDIO DEI MATERIALI</b>                                | <b>54</b> |
| <b>4.2.8</b>  | <b>CARATTERISTICHE TECNICHE</b>   | <b>55</b> |
| <b>5.</b>     | <b>ALLEGATI</b>   | <b>58</b> |

## INDICE DELLE FIGURE


|           |   |   |
|-----------|---|---|
| Figura 1. | Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo | 7 |
|-----------|---|---|

## INDICE DELLE TABELLE

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabella 1. | Denominazioni ed abbreviazioni            | 8  |
| Tabella 2. | Valori Illuminotecnici locali di stazione | 37 |
| Tabella 3. | Tabella tipologia Scale Mobili            | 44 |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

|   |    |
|---|----|
| Tabella 4. Tabella tipologica - Vita tecnica media scale mobili | 45 |
| Tabella 5. Abaco scale mobili tipo 1                            | 46 |
| Tabella 6. Tabella tipologia Ascensori                          | 50 |
| Tabella 7. Tabella tipologica- Vita tecnica media ascensori     | 52 |
| Tabella 8. Abaco ascensori                                      | 53 |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

## 1. PREMESSA


### 1.1 Scopo e campo di applicazione

La presente relazione si inserisce nell'ambito dell'affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto le opere relative agli impianti elettrici, nel più ampio contesto degli impianti "non di sistema" a servizio della Stazione Politecnico (SPO).

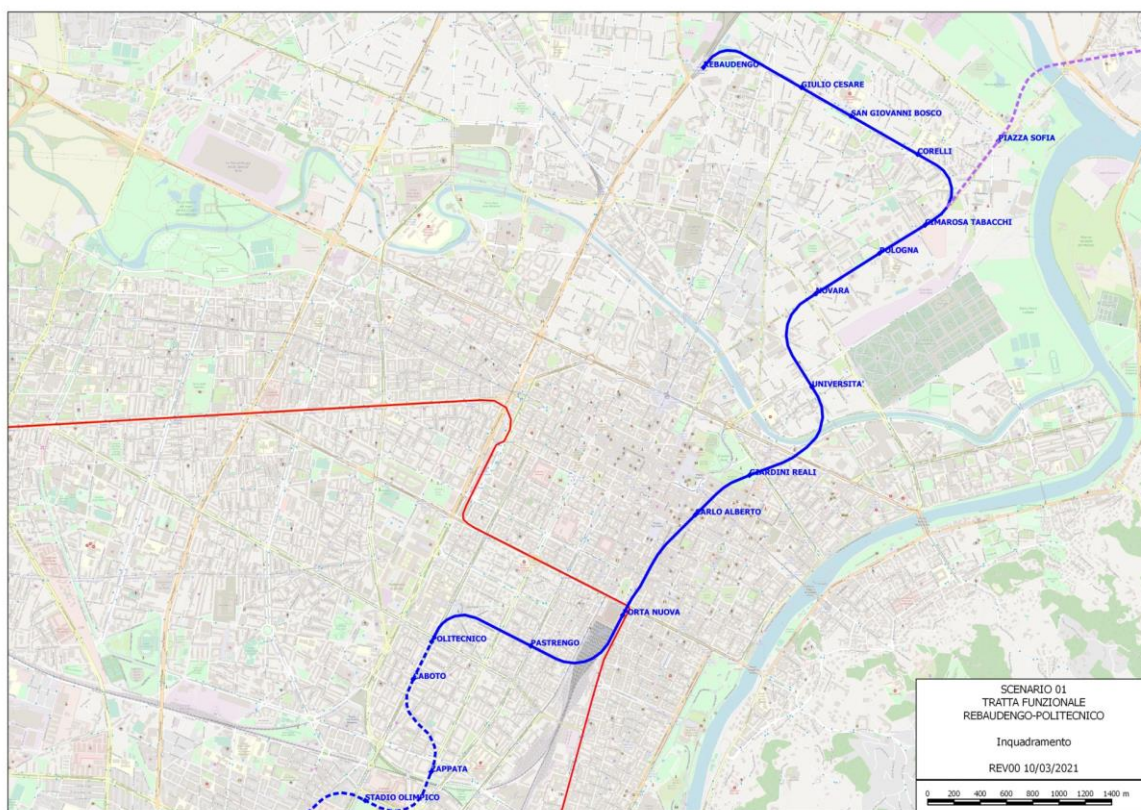
Il 1° lotto funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, incluso tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, proseguendo poi lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione. Il tracciato, a partire dalla fermata Corelli passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata (esistenti e futuri) con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall'asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino. Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

Il 1° lotto funzionale è costituito dalle seguenti opere:


- 13 stazioni sotterranee
- 12 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione, uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- La galleria di linea costituita da:
  - un tratto in galleria naturale (dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo);
  - un tratto in galleria artificiale (che collega le stazioni Rebaudengo, Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara);
  - un tratto in galleria naturale (dal manufatto in retrostazione Bologna fino al tronchino in retrostazione Politecnico);
  - un pozzo terminale di fine tratta (posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico);
  - il manufatto in retrostazione Rebaudengo (avente la funzione di deposito-officina);

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- la predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio, nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.



**Figura 1. Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo**

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

## 1.2 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Tabella 1. Denominazioni ed abbreviazioni

| Acronimi  | Definizioni  |
|---|--|
| <b><i>Codifica delle stazioni</i></b>                       |  |
| SRB   | Stazione Rebaudengo  |
| SBO   | Stazione Bologna   |
| SCI   | Stazione Cimarosa/Tabacchi   |
| SNO   | Stazione Novara  |
| SMO   | Stazione Mole/Giardini Reali                                       |
| SCA   | Stazione Carlo Alberto   |
| SPN   | Stazione Porta Nuova   |
| SPA   | Stazione Pastrengo   |
| SPO   | Stazione Politecnico   |
| <b><i>Codifica degli ambienti di stazione</i></b>           |  |
| LTE   | Locali Tecnici Non di sistema                                      |
| LTS   | Locali Tecnici di Sistema  |
| <b><i>Codifica di elementi e concetti impiantistici</i></b> |  |
| BT  | Bassa Tensione in c.a. (400/230V)                                  |
| FM  | Impianto di distribuzione energia elettrica (c.d. "Forza Motrice") |
| L   | Impianto di illuminazione (c.d. "Luce")                            |
| MT  | Media Tensione in c.a. (22 kV)                                     |
| RSF   | Ventilatore Reversibile di emergenza Fumi                          |
| SCF   | Serranda di Controllo Fumi   |
| SEF   | Ventilatore di emergenza locali tecnici di sistema                 |






CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:  
Politecnico – Rebaudengo**

Impianto Elettrico - Relazione Tecnica

MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2

|     |   |
|-----|---|
| STF | Serranda TagliaFuoco                                |
| VBA | Ventilatore Lama/Barriera aria                      |
| VPF | Ventilatore pressurizzazione filtri a prova di fumo |
| UTA | Unità di Trattamento Aria                           |
|     |   |
|     |   |
|     |   |
|     |   |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

### 1.3 Contenuti dell'elaborato

Il presente elaborato intende illustrare tecnicamente gli impianti elettrici "ordinari" (intesi come gli impianti "di potenza", quali illuminazione, distribuzione FM, ecc.) che saranno a servizio della stazione in oggetto; per gli impianti speciali (intesi come impianti "di segnale", quali la rivelazione incendi) si rimanda invece agli altri elaborati specifici che formano il progetto complessivo degli impianti "non di sistema".

Infine, per quanto riguarda i criteri alla base del dimensionamento di questi impianti, nonché l'illustrazione dei relativi risultati, si evidenzia che essi costituiscono oggetto di altri specifici elaborati ai quali si rimanda.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

### 2.1 Inquadramento generale

La progettazione degli impianti elettrici relativi le opere non di Sistema in condizioni di esercizio "Ordinario" e di "Emergenza" si basa sui criteri e sui requisiti normativi applicabili e propedeutici al contesto, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/10/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".


Gli impianti suddetti dovranno essere installati in corrispondenza di tutti i livelli di stazione (gli analoghi impianti relativi alla Galleria ed ai Pozzi di Intertratta sono trattati in altre sezioni del progetto complessivo) e riguarderanno gli allestimenti elettrici per 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 ("Ordinaria" e di "Emergenza");
- forza motrice (FM) "Ordinaria", per prese ed altri servizi che non influenzano la gestione di una eventuale emergenza;
- forza motrice (FM) di "Emergenza", in relazione ai servizi di emergenza così come definiti ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2, per i quali deve essere garantita (oltre all'alimentazione normale) anche un'alimentazione di sicurezza con autonomia minima di 120 minuti; questi carichi sono a loro volta suddivisi in:
  - carichi "No-break", da rialimentare entro 0,5 s
  - carichi "Privilegiati", da rialimentare entro 120 s

All'interno del presente elaborato saranno inoltre trattate le caratteristiche essenziali relative agli impianti elevatori di stazione (scale mobili ed ascensori).

#### 2.1.1 Classificazione degli ambienti di stazione

Tutti gli ambienti aperti al pubblico 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

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

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 m2; 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

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

**Si specifica che la progettazione impiantistica fa riferimento anche alla specifica sezione del progetto complessivo dedicata alla Prevenzione Incendi, la quale si intende integralmente richiamata all'interno della presente progettazione**, anche per quanto concerne eventuali ulteriori prescrizioni ed indicazioni relative al pericolo di incendio che da essa derivino; pertanto, le fasi successive di sviluppo progettuale e realizzativo dovranno tenere in considerazione anche le indicazioni contenute in detta progettazione e nei pareri e prescrizioni che scaturiranno dall'esame progetto da parte degli enti preposti.

### 2.1.2 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 nel 2018), è richiesta la realizzazione di un "livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla classe B, come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232" al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici; seppure tale prescrizione, riguardante determinate tipologie di edifici, non risulti cogente per le stazioni in oggetto, essa sarà comunque considerata come utile riferimento al fine di perseguire un adeguato contenimento dei consumi energetici legati agli impianti non di sistema.

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.


|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

La progettazione degli impianti della Linea 2 della Metropolitana, in termini di "Smart Station" nell'ottica della UNI EN 15232, si baserà sulla valutazione della domanda energetica e dei consumi elettrici in termini di "best practices", massimizzando la richiesta di rendimento elettrico degli apparati e, per quanto possibile, utilizzando sistemi elettro-meccanici alimentati ad energia rinnovabile; è dunque previsto lo studio 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 degli ambienti.

L'obiettivo è quello di realizzare sistemi BACS e TBM "ad alte prestazioni energetiche", 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 di climatizzazione (HVAC) tenendo conto di diversi fattori (valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell'occupazione, sulla qualità dell'aria, ecc.) e di includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC ed i vari servizi dell'edificio (consumi carichi elettrici, illuminazione, ecc.).

Pur essendo noto che l'applicazione in oggetto (stazione metropolitana) non è coerente con gli ambiti tipici di applicazione della UNI EN 15232 (es. terziario ad uffici) per le principali tipologie applicative indicate dalla normativa, è prevista ad esempio l'adozione delle seguenti misure:

- Illuminazione: utilizzo diffuso di corpi illuminanti a LED con gestione mediante sistema di regolazione del tipo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ovvero, laddove non sia necessaria una specifica regolazione, gli apparecchi saranno comunque equipaggiati con sorgente luminosa a LED e la relativa accensione sarà comunque monitorata dal sistema di gestione e supervisione.
- Condizionamento (si rimanda comunque alla specifica sezione del progetto):
  - è proposta la progettazione integrata, ove possibile, con sistemi geotermici, consentendo così di soddisfare parte della richiesta di energia per la climatizzazione della stazione tramite una pompa di calore geotermica, con 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.
- Produzione energia elettrica: laddove possibile (quindi soltanto in corrispondenza delle stazioni superficiali) si prevederà l'installazione di un campo fotovoltaico per la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile.
- Gestione dell'Energia: Sistema per il controllo dinamico dei parametri contabili e storici del profilo energetico dell'impianto, che permetta di evidenziare e prevenire le criticità che possono condurre a sprechi o guasti. Tale Sistema di monitoraggio dell'energia (integrato

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

nella supervisione SCADA) dovrà consentire opportunità per razionalizzare i costi e tutelare macchinari, impianti e servizi.

## 2.2 Analisi normativa di riferimento

Sono di seguito descritti i principali riferimenti legislativi e normativi di riferimento che costituiranno la base della progettazione preliminare, così come proposti dalla documentazione a base di gara e dall'analisi normativa svolta dal progettista.

Come descritto nel "Documento Preliminare alla Progettazione Metropolitana di Torino – Linea 2" par. 1.9.2 e "Capitolato Tecnico Prestazionale" art. 2, i principali decreti e le normative di rilevanza impiantistica richiamate sono:


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

### 2.2.1 Normative di riferimento progetto impianti 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:

#### 2.2.1.1 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";

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- "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".
- 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.
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (c.d. "regolamento CPR")
- Norma CEI 64-8 (edizione vigente) "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 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 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 "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".
- EN 50575 (CPR UE305/11) "Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.
- UNI EN 1838 (edizione vigente) – "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza".
- UNI EN 12464-1 (edizione vigente) - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni".

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- UNI EN 12464-2 (edizione vigente) - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno".
- UNI UNIFER 8097 (edizione vigente) - "Metropolitane - Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie".
- UNI EN 15232 (edizione vigente) – "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 (edizione vigente) – "Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni. Locali di servizio per il pubblico.
- Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica competente per la zona.
- 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.

### 2.2.2 Normative di riferimento impianti elevatori (Scale Mobili e Ascensori)

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 relativi alle Scale Mobili e agli Ascensori:


#### 2.2.2.1 Scale mobili

- LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)
  - D.M. 22 dicembre 2017 a Modifica del decreto 18 settembre 1975, recante: «Norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico.». (18A00001) (GU Serie Generale n.4 del 05-01-2018).
  - D.L. 27/01/2010, n. 17 Attuazione della direttiva 2006/42/CE.
- NORME
  - UNI EN 115-1 (edizione vigente), "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

#### 2.2.2.2 Ascensori


- LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)




|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- D.M. 10/01/2017, n° 23 recante 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: 9/03/2015 - Disposizioni relative all'esercizio degli ascensori in servizio pubblico destinati al trasporto di persone.
  - DPR n° 8 del 19/01/2015 "Norme relative all'esercizio degli ascensori in servizio pubblico destinati al trasporto persone".
  - DPR 24/07/1996 n° 503 "Regolamento recante le norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici" (e, conseguentemente, alla norma tecnica EN 81.70).
  - D.M. n° 236 del 14/06/1989, "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".
  - D.P.R. n° 268 del 28/03/1994, "Regolamento recante attuazione della direttiva n. 90/486 CEE".
  - D.M. 27/01/2010, n° 17 Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.
  - D.P.R. n° 162 del 30/04/1999 (Direttiva ascensori 95/16 CE oggi sostituita con 2014/33UE), modificato ed integrato dal D.P.R. 7/05/2002 n° 129 e D.P.R. n° 214 del 5/10/2010.
  - D.M. 15/09/2005 Norme sugli ascensori nelle attività soggette ai controlli V.V.F.
  - D.P.R. 753 del 11/07/1980 Nuove norme in materia di Polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto.
- **NORME**
    - UNI EN 81-70 (edizione vigente) "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e montacarichi - Parte 70: Accessibilità agli ascensori delle persone, compresi i disabili".
    - UNI EN 81-71 (edizione vigente) "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 vandalici".
    - UNI EN 81-72 (edizione vigente) "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per passeggeri e per merci - Parte 72: Ascensori antincendi".
    - UNI EN 81-73 (edizione vigente) "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per persone e per merci - Parte 73: Comportamento degli ascensori in caso di incendio".
    - Ascensori elettrici UNI EN 81-20 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Ascensori per il trasporto di persone e cose".
    - Ascensori elettrici UNI EN 81-50 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Verifiche e prove. Regole di progettazione, calcoli, verifiche e prove dei componenti degli ascensori".



|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Norma UNI - UNIFER 7744 (edizione vigente), "Metropolitane - Corridoi, scale fisse, scale mobili e ascensori nelle stazioni - Direttive di progettazione".
- Direttiva ascensori 2014/33UE (sicurezza, costruzione, procedure di valutazione della conformità).
- EN 81-28 "Sistema di allarme remoto applicabile a tutti gli ascensori e montacarichi, in particolare per quelli trattati dalle norme EN 81-20".
- EN 81-58 "Porte tagliafuoco per impianti elevatori".
- Direttiva Compatibilità EMC

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

### 3. IMPIANTI ELETTRICI NELLE STAZIONI

#### 3.1 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 relazione). 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 mediante due dorsali di Media Tensione (MT-L1 ed MT-L2) con possibilità di alimentazione da n°5 punti distinti dell'intera Linea.


Il Sistema di alimentazione sarà caratterizzato da una doppia ridondanza anche a livello BT:

- per ciascuna Stazione sono previste due cabine di trasformazione MT/BT, ciascuna alimentata da una delle due dorsali distinte, con modalità "entra-esci" sui rispettivi quadri MT
- ciascuna cabina MT/BT fornirà alimentazione ad un corrispondente Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT):
  - QGBT-1, alimentato dal Trasformatore 1;
  - QGBT-2, alimentato dal Trasformatore 2;
  - sistema di congiuntori tra QGBT-1 e QGBT-2, tale da consentire l'alimentazione dei carichi elettrici di entrambi i quadri a partire da un unico trasformatore e, quindi, anche in caso di fuori servizio di una delle due cabine MT/BT e/o della relativa dorsale MT a monte;
  - a tale scopo, ciascun singolo trasformatore sarà dimensionato per sopportare la totalità del carico elettrico di Stazione (back-up al 100%), sia in condizioni di funzionamento "Ordinario" che in condizioni di "Emergenza". Nel funzionamento ordinario, si prevede che il carico elettrico sia normalmente suddiviso sui due trasformatori e, quindi, che il sistema di congiuntori dei QGBT sia nelle condizioni di "aperto".

L'insieme dei due Quadri Generali di Bassa Tensione (QGBT), facente parte degli impianti "di Sistema" costituisce il limite di batteria tra l'impiantistica "di Sistema" (esclusa dalla presente progettazione) e l'impiantistica "non di Sistema" (oggetto della presente progettazione); le linee di alimentazione derivate a valle dei QGBT rientrano pertanto nello scopo delle Opere non di Sistema, mentre non vi rientrano i sistemi di alimentazione posti a monte dei quadri stessi.

Dai quadri QGBT l'energia elettrica sarà indirizzata verso i quadri principali di bassa tensione, che possono essere così suddivisi:

- servizi essenziali di emergenza:
  - quadri ventilazione emergenza (di stazione e dei locali tecnici);


|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- quadri pompe antincendio (impianti idranti, sprinkler e water-mist);
- altri servizi di emergenza:
  - quadri ascensori;
  - quadri scale mobili;
  - quadri lame d'aria;
  - quadri banchina e galleria (via 1 e via 2);
  - quadro luci di sicurezza (QLS);
  - quadro rete No-Break (QNB);
  - quadro di coordinamento antincendio e ventilazione (UCAV);
- servizi ordinari (di tipo "privilegiato"):
  - quadro piano atrio (in particolare la sezione illuminazione);
  - quadri cancelli accessi;
  - quadri aggotamento;
  - quadri afferenti agli "impianti di sistema";
- servizi ordinari (di tipo "normale"):
  - quadro piano atrio (in particolare la sezione prese FM);
  - quadri dei locali tecnici;
  - quadri della climatizzazione;
  - quadri dei varchi (tornelli ed emettitrici).

Da questi quadri saranno poi derivate ulteriori diramazioni secondarie, a servizio di quadri secondari, utenze distribuite e puntuali.

Al fine di garantire le più idonee caratteristiche di alimentazione alle diverse tipologie di quadri/utenze sopra elencati, nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2 ed assicurando nel contempo la massima disponibilità possibile alle utenze essenziali, le reti BT di stazione sono state così organizzate:

- rete Privilegiata per servizi di Emergenza (sigla "PE"), destinata ad alimentare i servizi di emergenza entro 120 s dall'eventuale mancanza rete; come sopra richiamato, i servizi di emergenza saranno a loro volta distinti in:
  - servizi essenziali di emergenza: alimentati con derivazione a monte dell'interruttore generale del proprio QGBT, come richiesto da normative specifiche e al fine di garantire la massima disponibilità di alimentazione per queste utenze;
  - altri servizi di emergenza: alimentati con derivazione a valle dell'interruttore generale del proprio QGBT;
- rete Privilegiata per servizi Ordinari (sigla "PO"), destinata ad alimentare servizi che non sono strettamente essenziali per la gestione di una eventuale emergenza; la


|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

configurazione prevista per i QGBT è tale per cui anche questi servizi risulteranno derivati a valle dell'interruttore generale del proprio QGBT (quindi allo stesso livello dei servizi di emergenza "non essenziali"), potendo quindi essere rialimentati anch'essi entro 120 s dall'eventuale mancanza rete;

- rete Normale per servizi Ordinari (sigla "NO"), destinata ad alimentare servizi che sono tipici del funzionamento ordinario della stazione e, quindi, che non hanno nessuna funzione specifica durante la gestione di una eventuale emergenza; la configurazione prevista per i QGBT è comunque tale per cui anche questi servizi possano essere rialimentati entro 120 s dall'eventuale mancanza rete, salvo il caso in cui intervenga uno sgancio di emergenza (vedi seguito del documento);
- rete No-Break per servizi di emergenza (sigla "NB"), destinata ad alimentare i servizi di emergenza entro 0,5 s dall'eventuale mancanza rete (c.d. "utenze di sicurezza"); ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2, "tale autonomia deve essere garantita anche in caso di completo fuori servizio di tutti gli allacciamenti alla media tensione e alla bassa tensione, e quindi mediante fonti di energia locali", pertanto il quadro QNB dal quale origina questa rete sarà alimentato da un sistema di CPS ridondati, a loro volta alimentati dalla rete PE;
- rete Luci di Sicurezza (sigla "LS"), destinata ad alimentare questa particolare tipologia di servizi di emergenza, da rialimentare entro 0,5 s ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2; anche in questo caso, il quadro QLS dal quale origina questa rete sarà alimentato da un soccorritore / CPS, a sua volta alimentato dalla rete PE.

Come si può cogliere già da questa sommaria descrizione, oltre all'eventuale presenza di sorgenti locali di energia (vedi reti NB ed LS), ciò che differenzia le diverse reti è anche la diversa disponibilità garantita dall'ordine gerarchico degli sganci di emergenza che sono stati previsti:

1. Sgancio utenze normali (NO): si tratta del primo livello di sgancio, che agisce sulle utenze ininfluenti ai fini della gestione di una eventuale emergenza; questo sgancio apre i due interruttori che generano le sezioni normali nei due QGBT e può funzionare anche come eventuale "alleggerimento carico", nel caso si presentasse questa necessità. A seguito di questo sgancio restano quindi attive tutte le utenze privilegiate (PE+PO), nonché le utenze di sicurezza (NB+LS).
2. Sgancio utenze privilegiate (PE+PO): si tratta del secondo livello di sgancio, che agisce sulle utenze non essenziali ai fini della gestione di una eventuale emergenza; questo sgancio apre i due interruttori generali dei QGBT e, di conseguenza, restano attive le sole utenze privilegiate dei servizi essenziali (poste a monte dei generali di quadro) e quelle di sicurezza (che restano alimentate dalle batterie delle proprie sorgenti locali).
3. Sgancio utenze da rete MT: si tratta del terzo livello di sgancio, che agisce anche sulle utenze essenziali, in quanto apre gli interruttori di protezione dei trasformatori di stazione (mentre eventuali azioni sui trasformatori di trazione, SSE, competono agli impianti di sistema, anche in base alla gestione del traffico in linea); di conseguenza, a seguito di

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

questo sgancio, restano attive soltanto le utenze di sicurezza (NB+LS, con alimentazione da batterie).

4. Sgancio utenze di sicurezza (NB+LS): si tratta del quarto (ed ultimo) livello di sgancio, che agisce anche sulle utenze di sicurezza, in quanto "spegne" le sorgenti locali (CPS) delle reti NB ed LS.

NB: le diverse reti si differenziano anche per la diversa modalità realizzativa delle condutture che le costituiscono - aspetto che sarà trattato in specifico paragrafo, nel seguito del presente documento.


Per maggiore chiarezza rispetto alla suddivisione delle utenze sulle diverse reti, si ribadiscono a seguire alcuni esempi per tipologie di utenza:

- rete Privilegiata per servizi di Emergenza (sigla "PE"):
  - servizi essenziali di emergenza: impianti di estinzione degli incendi ed impianti di controllo dei fumi (ventilazione, ecc.);
  - altri servizi di emergenza: ascensori e scale mobili, nonché le sorgenti locali delle reti NB ed LS;
- rete Privilegiata per servizi Ordinari (sigla "PO"): quadri ausiliari degli impianti di sistema, impianti di illuminazione ordinaria delle aree aperte al pubblico, impianti di aggettamento, cancelli di ingresso/uscita (con sblocco automatico in caso di mancata alimentazione);
- rete Normale per servizi Ordinari (sigla "NO"): quadri ed utenze di climatizzazione, impianti di illuminazione ordinaria delle aree tecniche, prese FM di servizio, insegne pubblicitarie ed illuminazione architettonica/di accento, apparecchiature ai varchi (emettitrici e tornelli, con sblocco automatico in caso di mancata alimentazione);
- rete No-Break per servizi di emergenza (sigla "NB"): impianti di rivelazione incendio e di allarme, sistema di allarme vocale (diffusione sonora di annunci ai passeggeri), impianti di videosorveglianza, impianti citofonici, funzioni di emergenza degli ascensori (quali illuminazione interna, circuiti di allarme cabina, citofono, sistemi di riporto al piano della cabina, ecc.), sistemi di telecomando e telecontrollo dei servizi di sicurezza;
- rete Luci di Sicurezza (sigla "LS"): illuminazione e segnaletica luminosa di sicurezza.

### 3.1.1 Prospetto delle potenze assorbite

Come detto, le cabine MT/BT, i quadri generali di bassa tensione (QGBT) e tutti i relativi collegamenti sono esclusi dal presente progetto, in quanto afferenti alle opere "di sistema"; tuttavia, può ritenersi utile riepilogare anche in questo contesto un prospetto complessivo delle potenze assorbite dai diversi impianti (con particolare riferimento alle opere "non di sistema"), in modo da ottenere una indicazione circa i principali dimensionamenti eseguiti/da eseguire:

| Utenza        | Denomin.1                      | Denomin.2                | Pn [kW]        | Ordinario (*) | Emergenza<br>scenario 1 (*) |
|---------------|--------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| IG1           | ARRIVO BT1                     | TR1                      | <b>864,5</b>   | <b>412,4</b>  | <b>523,1</b>                |
| QGBT-1_PE.P01 | Q. POMPA AI IDRANTI 1 (BM)     | BPA1                     | 10,0           | -             | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P02 | Q. POMPA AI SPRINKLER 1 (BM)   | BPAS1                    | 132,0          | -             | -                           |
| QGBT-1_PE.P03 | Q. VENT. EMERGENZA 1           | QV1                      | 90,6           | -             | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P04 | Q. VENT. EMERGENZA 3           | QV3                      | 0,6            | -             | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P05 | Q. WATER MIST                  | QWM - LINEA 1            | -              | -             | -                           |
| QGBT-1_PE.P06 | Q. VENT. LOC. TEC. SISTEMA     | QV5-LTS - LINEA 1        | 72,5           | -             | -                           |
| QGBT-1_P      | GENERALE                       | QGBT-1                   | <b>558,9</b>   | <b>412,35</b> | <b>421,99</b>               |
| QGBT-1_PO.P00 | RIFASAMENTO AUTOMATICO         | RIF1                     | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P07 | Q. BANCHINA GALLERIA VIA 1     | QBG-1                    | 25,5           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P08 | Q. LAME D'ARIA BANCHINA VIA 1  | QLA-B-1                  | 11,0           | -             | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P09 | Q. SCALA MOBILE ACC. EST       | QSM-AE                   | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P10 | Q. ASC. ACCESSO EST            | QAS-AE                   | 15,6           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P11 | Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 2 SX   | QAS-AB-2-S               | 15,6           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P12 | Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 1 DX   | QAS-AB-1-D               | 15,6           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P13 | Q. S. MOB. ATRIO-S. MEZZ.- DX  | QSM-AM2-D                | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P14 | Q. S. MOB. S. MEZZ.-ATRIO      | CENTRO - QSM-M2A-C       | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P15 | Q. S. MOB. S. MEZZ.-BANCHINA   | VIA 1 - QSM-M2B-1        | 21,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P16 | Q. S. MOB. BANCHINA - S. MEZZ. | VIA 1 - DX - QSM-BM2-1-D | 21,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P17 | Q. S. MOB. BANCHINA - S. MEZZ. | VIA 2 - DX - QSM-BM2-2-D | 21,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P18 | LINEA A (PRINCIPALE)           | AI CPS 1 E 2             | 61,5           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P19 | LINEA B (SOCCORSO)             | AGLI UPS 1 E 2           | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PE.P20 | LINEA C (BYPASS)               | AGLI UPS 1 E 2           | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PO.P01 | Q. ATRIO                       | QA (SEZ. PRIV.)          | 13,4           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PO.P02 | ALIM. QUADRO AUSILIARI PR/PS   | QAPR/PS                  | 17,6           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PO.P03 | ALIM. QUADRO AUSILIARI PET     | QD-UAS1                  | 20,3           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_PO.P04 | ALIM. Q. SEGNALAMENTO/SISTEMA  | QCCAC11/A                | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_N      | GENERALE                       | SEZ. NORMALE             | <b>217,8</b>   | <b>130,24</b> | <b>80,90</b>                |
| QGBT-1_NO.P01 | Q. ATRIO                       | QA (SEZ. NORMALE)        | 48,7           | 1,00          | -                           |
| QGBT-1_NO.P02 | Q. LOC. TEC. NON DI SISTEMA    | PRIMO MEZZANINO - QLTE-M | 33,1           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_NO.P03 | Q. LOC. TEC. DI SISTEMA        | PIANI MEZZANINO - QLTS-M | 47,8           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-1_NO.P04 | Q. HVAC                        | QHVAC-1                  | -              | 1,00          | -                           |
| QGBT-1_NO.P05 | Q. HVAC                        | QHVAC-3                  | 0,6            | 1,00          | -                           |
| QGBT-1_NO.P06 | Q. PC GEOTERMICA               | QPDC1                    | 87,6           | -             | -                           |
| IG2           | ARRIVO BT2                     | TR2                      | <b>757,1</b>   | <b>409,1</b>  | <b>586,1</b>                |
| QGBT-2_PE.P01 | Q. POMPA AI IDRANTI 2 (BM)     | BPA2                     | 10,0           | -             | -                           |
| QGBT-2_PE.P02 | Q. POMPA AI SPRINKLER 2 (BM)   | BPAS2                    | 132,0          | -             | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P03 | Q. VENT. EMERGENZA 2           | QV2                      | 0,6            | -             | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P04 | Q. VENT. EMERGENZA 4           | QV4                      | 90,6           | -             | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P05 | Q. WATER MIST                  | QWM - LINEA 2            | 45,0           | -             | -                           |
| QGBT-2_PE.P06 | Q. VENT. LOC. TEC. SISTEMA     | QV5-LTS - LINEA 2        | -              | -             | -                           |
| QGBT-2_P      | GENERALE                       | QGBT-2                   | <b>479,0</b>   | <b>409,1</b>  | <b>363,0</b>                |
| QGBT-2_PO.P00 | RIFASAMENTO AUTOMATICO         | RIF2                     | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P07 | Q. BANCHINA GALLERIA VIA 2     | QBG-2                    | 29,0           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P08 | Q. LAME D'ARIA BANCHINA VIA 2  | QLA-B-2                  | 11,0           | -             | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P09 | Q. SCALA MOBILE ACC. OVEST     | QSM-AO                   | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P10 | Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 2 DX   | QAS-AB-2-D               | 15,6           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P11 | Q. ASC. ATRIO-BANC. VIA 1 SX   | QAS-AB-1-S               | 15,6           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P12 | Q. S. MOB. S. MEZZ.-ATRIO DX   | QSM-M2A-D                | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P13 | Q. S. MOB. S. MEZZ.-ATRIO SX   | QSM-M2A-S                | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P14 | Q. S. MOB. ATRIO- S. MEZZ. SX  | QSM-AM2-S                | 27,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P15 | Q. S. MOB. S. MEZZ.-BANCHINA   | VIA 2 - QSM-M2B-2        | 21,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P16 | Q. S. MOB. BANCHINA-S. MEZZ.   | VIA 1 - SX - QSM-BM2-1-S | 21,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P17 | Q. S. MOB. BANCHINA-S. MEZZ.   | VIA 2 - SX - QSM-BM2-2-S | 21,2           | 0,75          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P22 | LINEA B (SOCCORSO)             | AI CPS 1 E 2             | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P23 | LINEA C (BYPASS)               | AI CPS 1 E 2             | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P24 | LINEA A (PRINCIPALE)           | AGLI UPS 1 E 2           | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P25 | LINEA A (PRINCIPALE)           | AL SOCCORRITORE LS       | 25,2           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PE.P26 | LINEA B (SOCCORSO)             | AL SOCCORRITORE LS       | -              | -             | -                           |
| QGBT-2_PO.P01 | Q. MEZZANINO                   | QM                       | 7,9            | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PO.P02 | Q. AGGOTTAMENTO SOTTOBANCHINA  | QAG-SB                   | 16,2           | 0,50          | 1,00                        |
| QGBT-2_PO.P03 | ALIM. QUADRO AUSILIARI PEF     | QAPEF                    | 17,6           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PO.P04 | ALIM. QUADRO AUSILIARI PET     | QD-UAS2                  | 10,8           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_PO.P05 | ALIM. Q. SEGNALAMENTO/SISTEMA  | QCCAC11/B                | -              | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_N      | GENERALE                       | SEZ. NORMALE             | <b>157,9</b>   | <b>157,90</b> | <b>41,90</b>                |
| QGBT-2_NO.P01 | Q. TORNELLI EMETT.             | QTE                      | 4,5            | 1,00          | -                           |
| QGBT-2_NO.P02 | Q. LOC. TEC. NON DI SISTEMA    | PIANO ATRIO - QLTE-A     | 41,9           | 1,00          | 1,00                        |
| QGBT-2_NO.P03 | Q. HVAC                        | QHVAC-2                  | 6,8            | 1,00          | -                           |
| QGBT-2_NO.P04 | Q. HVAC                        | QHVAC-4                  | 6,2            | 1,00          | -                           |
| QGBT-2_NO.P05 | Q. PC                          | QPDC2                    | 98,5           | 1,00          | -                           |
|               |                                | <b>Pn1 [kW]</b>          | <b>864,5</b>   | <b>412,4</b>  | <b>523,1</b>                |
|               |                                | <b>Pn2 [kW]</b>          | <b>757,1</b>   | <b>409,1</b>  | <b>586,1</b>                |
|               |                                | <b>PnTOT [kW]</b>        | <b>1.621,7</b> | <b>821,4</b>  | <b>1.109,2</b>              |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

Nella tabella sopra riportata,  $P_n$  [kW] rappresenta la potenza nominale relativa a ciascuna delle principali utenze derivate dai QGBT; i coefficienti riportati nelle colonne successive (\*) sono invece compresi tra 0 e 1 e rappresentano la combinazione dei coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione ( $K_c \times K_u$ ), utilizzata anche dalla progettazione di sistema per definire la potenza complessiva assorbita nei diversi scenari di funzionamento della stazione.

In particolare, la tabella riporta i valori di potenza riferibili ai seguenti scenari rappresentativi:

- Funzionamento ordinario: si tratta del funzionamento della stazione in condizioni normali, senza la presenza di situazioni emergenziali;
- Funzionamento in emergenza (scenario 1): si tratta del funzionamento della stazione in condizioni di emergenza che interessino la stazione stessa; lo scenario 1 è quello più gravoso in termini di potenze assorbite, in quanto gli altri scenari previsti dalla progettazione di sistema prevedono l'arresto/sgancio di alcune utenze e, quindi, una riduzione delle potenze complessive rispetto allo "scenario 1".

Con riferimento al dimensionamento delle principali apparecchiature elettriche, anche in relazione alle ipotesi di PFTE, i dati maggiormente significativi desumibili dalla tabella possono essere così riassunti:


- Potenza complessiva in funzionamento ordinario: 412,4 kW da QGBT1/Trafo1 e 409,1 kW da QGBT2/Trafo2; la potenza complessiva risulta dunque di **821,4 kW** e, quindi, si può ritenere confermata l'ipotesi di trasformatori di taglia 1250 kVA (quindi ciascuno singolarmente in grado di fornire l'intera potenza, in caso di necessità);
- Potenza complessiva in emergenza (scenario 1): 523,1 kW da QGBT1/Trafo1 e 586,1 kW da QGBT2/Trafo2; la potenza complessiva risulta dunque di **1109,2 kW** e, quindi, anche in questo caso un singolo trasformatore di taglia 1250 kVA risulta in grado di fornire l'intera potenza, laddove eventualmente necessario;
- Potenza complessiva rete "NB": la potenza complessiva assorbita da questa rete risulta pari a **61,5 kW** e, quindi, si può ritenere confermata l'ipotesi di CPS ridondati da 100 kVA (quindi ciascuno singolarmente in grado di fornire l'intera potenza, in caso di necessità);
- Potenza complessiva rete "LS": la potenza complessiva assorbita da questa rete risulta pari a **25,2 kW** e, pertanto, si è ritenuto adeguato un CPS/soccorritore da 40 kVA (si ricorda che l'impianto di illuminazione di sicurezza è ridonato con un secondo impianto autonomo).

### 3.2 Distribuzione linee MT

Seppure ribadendo che la rete MT compete alle opere "di sistema", nelle competenze della presente sezione del progetto andranno comunque predisposte le relative vie cavi nell'ambito della stazione in oggetto.

Si consideri che le due dorsali MT saranno distribuite in percorsi separati sulle due vie di linea (via 1 e via 2) e che la posa risulta prevista in passerelle/cunicoli, lungo la linea, mentre in prossimità



|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

delle stazioni le dorsali transiteranno nei cavedi verticali con percorsi protetti rispetto agli ambienti di stazione, fino ad arrivare alle due cabine MT/BT, dove si attesteranno sui rispettivi quadri di Media Tensione (QMT).

### 3.3 Distribuzione linee BT

La distribuzione principale comprende tutte le linee che dai Quadri Generali di Bassa Tensione alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite.

Le condutture di bassa tensione e di segnale nelle stazioni, e in particolare negli 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 fumo, 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.

Nel caso in oggetto, trattandosi di infrastruttura metropolitana, luogo dove il rischio relativo all'incendio è particolarmente elevato per la presenza di pubblico e possibili alti indici di affollamento, si prevederà un utilizzo esteso di cavi con classe di reazione al fuoco B2ca – s1a, d1, a1 (secondo regolamento CPR); tipicamente i cavi utilizzati saranno del tipo FG18OM16 0,6/1kV o FTG18OM16 0,6/1kV (laddove siano richiesti cavi resistenti al fuoco).

Come accennato in precedenza, il tipo di conduttura da realizzare sarà infatti differenziato in ragione della rete di appartenenza:

- reti "PO" ed "NO": cavi di tipo ordinario, ad es. tipo FG18OM16, posati in canaline normali o in altri cavidotti senza specifiche garanzie di mantenimento funzionale;
- reti "PE", "NB" ed "LS": cavi Resistenti al Fuoco (RF), ad es. tipo FTG18OM16, posati in canaline a "mantenimento funzionale" E60-E90 oppure entro cavidotti che garantiscano il mantenimento funzionale per tipologia di costruzione o di posa (ad es. tubazioni incassate entro getto/muratura, canaline posate su solaio, ecc.); le linee relative alle reti "NB" ed "LS" saranno generalmente posate entro vie cavi indipendenti da quelli delle reti "PE", ancorché di tipologia analoga.



|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

Questa impostazione delle condutture permette il rispetto di quanto disposto dal Capo VII.5 del D.M. 21/10/2015 che, per i servizi di emergenza, richiede che *“la continuità di esercizio sia garantita tramite i seguenti provvedimenti:*

- *posa dei cavi entro cunicoli o polifore o locali costituenti compartimenti antincendio, rispetto alla galleria o agli altri ambienti della stazione, con grado di protezione almeno REI 60;*
- *per le parti di impianto non posate come descritto al punto precedente e il cui danneggiamento in caso d'incendio possa comportare la mancata disponibilità di funzioni essenziali per la gestione dell'emergenza, utilizzo di cavi resistenti al fuoco con requisito P o PH non inferiore a 60, secondo quanto previsto dal decreto ministeriale 16 febbraio 2007, e di eventuali accessori di installazione (es.: cassette e sistemi di derivazione, ecc.) 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 per posa, dovranno essere resistenti al fuoco ed essere posati in sistemi certificati E60-E90 secondo DIN 4102-12.


Dovranno infine essere 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.

### 3.4 Quadri elettrici

In ogni stazione dovranno essere previsti, alimentati dai Quadri Generali di Bassa Tensione, quadri elettrici secondari destinati all'alimentazione delle utenze distribuite (essenzialmente apparecchi illuminanti e prese FM), nonché di utenze specifiche prevalentemente di tipo termomeccanico, qualora non derivate direttamente dai quadri principali.

Le utenze concentrate più importanti (ventilatori, scale mobili, ascensori, pompe, ecc.) saranno direttamente alimentati dai QGBT, con eventuale interposizione di specifico quadro bordo-macchina fornito a corredo dell'apparato stesso (ad es. per ascensori, scale mobili, pompe antincendio a norma UNI 12845, ecc.). Nel caso delle scale mobili e degli ascensori dovrà comunque essere prevista l'installazione di quadri di sezionamento posizionati in corrispondenza dell'utenza o nei pressi della stessa; l'operatore dovrà infatti poter utilizzare tali quadri come sezionamento di sicurezza in caso di 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, tutti i quadri a servizio delle suddette apparecchiature dovranno essere dotati di una sezione “No-Break” per l'alimentazione degli apparati di Supervisione e Controllo.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

Alcuni quadri di piano/zona (ad esempio Quadri Locali Tecnici, Quadro Atrio, Quadro Mezzanino, Quadro Banchina-Galleria, ecc...) saranno dotati di una doppia sezione, "Normale" o "Privilegiata" e "No-Break"; da questa seconda sezione saranno alimentate, oltre agli apparati di Supervisione e Controllo, anche le utenze di sicurezza presenti nelle zone di competenza del quadro stesso. In particolare, dai Quadri Banchina-Galleria (Via 1 e Via 2) avranno origine le linee di alimentazione No-Break per il sistema di illuminazione dinamica della galleria; si precisa invece che i corpi illuminanti di galleria saranno derivati dai Quadri Banchina-Galleria limitatamente alla illuminazione ordinaria, in quanto l'illuminazione di sicurezza sarà derivata direttamente dal quadro QLS (analogica derivazione diretta, senza interposizione di quadri intermedi, è prevista per tutti i circuiti di illuminazione di sicurezza della stazione). Infine, si precisa che le linee di alimentazione No-Break delle utenze di Pozzo saranno derivate direttamente dal quadro QNB.


### 3.4.1 Quadri serrande

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

E' comunque opportuno evidenziare che sono previste fondamentalmente due tipologie diverse di serrande, le quali funzionano secondo logiche differenti e che possono essere così riassunte:

#### Serrande di "regolazione" (dette anche Serrande "Controllo Fumi" – SCF)

1. Queste serrande sono utilizzate sia nel funzionamento ordinario della stazione che durante la gestione di una eventuale emergenza incendio:
  - a) Nel primo caso, la loro funzione è quella di "regolazione" dei flussi d'aria, con particolare riferimento a quelle parti di impianto di ventilazione che risultano "condivise" con gli impianti di climatizzazione.
  - b) Nel secondo caso, invece, la loro principale funzione è quella di "controllo dei fumi" generati dall'incendio (questo avviene con modalità diverse a seconda dello "scenario d'incendio" che viene rilevato e la gestione automatica, in apertura e chiusura, risulta affidata al Sistema di Supervisione).
2. Nell'insieme delle SCF, la specifica sezione del presente progetto individua sia serrande "ON/OFF" che serrande "modulanti" (cioè previste per operare anche in posizioni intermedie); tuttavia, per quanto sopra esposto, in entrambi i casi le serrande non hanno una posizione predefinita di riposo e, quindi, devono essere in grado di operare anche in assenza di tensione da rete.
3. Per questo motivo, dunque, la loro alimentazione è derivata da specifici quadri "QSR" alimentati dalla rete NB; inoltre, a garanzia della massima continuità di esercizio, le loro linee di alimentazione saranno realizzate secondo le specifiche dei circuiti di sicurezza (cavi Resistenti al Fuoco (RF) posati in canaline a "mantenimento funzionale").
4. Infine, per garantire la massima affidabilità del sistema, l'alimentazione di ogni serranda è spesso derivata singolarmente dal proprio quadro di pertinenza e, qualora vi siano più serrande che lavorano in modo "sincrono" tra loro, la loro alimentazione è stata sempre suddivisa su almeno due circuiti distinti (in modo da limitare l'eventuale fuori-servizio). NB: si evidenzia che, in ogni caso, è stato previsto il riporto a sistema della posizione di

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |


ogni singola serranda, in questo modo sarà sempre possibile individuare l'eventuale serranda in avaria (a prescindere dalle relative modalità di alimentazione della stessa).

### Serrande tagliafuoco (STF)

1. Come di prassi, queste serrande svolgono la loro funzione durante la gestione di una eventuale emergenza incendio, andando a chiudersi per garantire la compartimentazione tra locali adiacenti (tipicamente separati da pareti REI).
2. Nel funzionamento ordinario della stazione le STF vengono dunque mantenute forzatamente aperte per garantire il corretto flusso d'aria nelle canalizzazioni interessate (ad es. per climatizzazione), ma la loro posizione di riposo è di tipo "normalmente chiuso" e lavoreranno pertanto per mancanza tensione (sicurezza passiva), al fine di assicurarne l'intervento anche in caso di mancanza rete; le motorizzazioni delle serrande STF non svolgono dunque una funzione di sicurezza, ma solo di ausilio al riarmo dopo eventuale intervento in sicurezza passiva.
3. Tuttavia, al fine di una maggiore "robustezza" complessiva del sistema, e al fine di evitare chiusure indebite delle STF, anche la loro alimentazione sarà derivata con linee della rete NB, a partire dai pertinenti quadri "QST".
4. Il comando/controllo di questa tipologia di serrande è affidato all'impianto IRAI (tramite appositi moduli I/O presso i QST), ma è stata comunque prevista la possibilità di riporto al Sistema di Supervisione per la posizione di ogni singola serranda.

### **3.4.2 Pompe di Calore e Quadri HVAC**

Le stazioni della Linea 2 della Metropolitana saranno dotate di impianto di climatizzazione inteso come riscaldamento, raffrescamento e ricambio aria primaria. A tal proposito è prevista l'installazione di Pompe di Calore (PdC) di tipo acqua-acqua nel contesto dei sistemi geotermici legati all'infrastruttura sotterranea, ovvero acqua-aria (come rinalzo al sistema principale geotermico). Il principio è quello dell'utilizzo dello scambio termico tra il terreno e la falda, attraverso i conci di galleria e le paratie di stazione o manufatti, mediante l'interposizione di PdC che integri l'energia prodotta e la indirizzi verso l'utilizzatore. Lo sfruttamento di questa tipologia di risorsa vede una sorgente in grado di garantire un  $\Delta T$  stagionale al fluido termovettore con potenze variabili per zona e per km; si è pertanto prevista l'integrazione di tale fonte energetica mediante utilizzo di PdC di tipo aria-acqua. In ogni caso l'alimentazione delle PdC sarà derivata direttamente dai QGBT di stazione (sezione "normale" – "NO"). Gli apparati a servizio della climatizzazione (quali UTA, elettropompe circuiti primari, elettropompe circuiti secondari, elettropompe recupero termico, sistemi VRF, ecc.) faranno invece capo ai Quadri HVAC (ovvero ai quadri di zona, per le utenze distribuite).

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

## 3.5 Vie cavi di distribuzione

### 3.5.1 Distribuzione principale

La distribuzione delle vie cavi principali comprende tutte le canalizzazioni atte a contenere le linee che dai Quadri Generali di Bassa Tensione alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite. Saranno previste le seguenti tipologie di vie cavi all'interno del corpo stazione, distribuite a tutti i livelli della stessa:

- sistemi di canaline asolate (o eventuali passerelle a traversini), completi di accessori per il montaggio a parete e a soffitto, a servizio delle linee di alimentazione reti "NO"/"PO";
- sistemi di canaline asolate, completi 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 (requisito minimo 60 minuti, quindi classe E60-E90 secondo DIN 4102 parte 12), a servizio delle linee di alimentazione reti "PE"/"NB"/"LS".

NB: Seppure ribadendo che gli impianti "di sistema" non rientrano nelle competenze della presente sezione del progetto, andranno comunque predisposte le relative vie cavi nell'ambito della stazione in oggetto; dal punto di vista progettuale, ciò è stato realizzato seguendo le indicazioni mutate dalla precedente fase di progettazione preliminare (PFTE).

**I sistemi di supporto delle vie cavi devono essere dimensionati dall'Impresa Esecutrice anche con riferimento alla riduzione della vulnerabilità del rischio sismico, in conformità alle prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (c.d. "NTC 2018"); per quanto applicabile, analoghi accorgimenti dovranno essere adottati per tutti gli elementi impiantistici passibili di causare malfunzionamenti e/o danni a persone e cose (es. quadri elettrici, apparecchi illuminanti, ecc.).**

### 3.5.2 Distribuzione secondaria e terminale


#### 3.5.2.1 Linee dorsali

Sono comprese tutte le linee per alimentazione luce e prese FM in partenza dai quadri secondari; come già anticipato, per le dorsali delle reti "NO"/"PO" saranno utilizzati cavi di tipo ordinario (tipo FG18OM16), mentre per le dorsali delle reti "PE"/"NB"/"LS" saranno utilizzati cavi resistenti al fuoco (tipo FTG18OM16), quindi dello stesso tipo indicato per la distribuzione primaria.

#### 3.5.2.2 Derivazione alle utenze "Ordinarie"

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

Per i circuiti terminali potranno essere usati cavi a doppio isolamento, analoghi alle dorsali, oppure anche conduttori unipolari tipo FG17 450/750 V: in questo caso i conduttori dovranno essere canalizzati in tubazioni di acciaio zincato (serie leggera), con cassette metalliche stagne (almeno IP55). In ogni caso, anche quando si utilizzino cavi con doppio isolamento e pressacavi, tutti i

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

conduttori dovranno essere distribuiti all'interno di tubazioni in acciaio zincato in modo tale da conferire idonea protezione meccanica.

### 3.5.2.3 Derivazione alle utenze "di Emergenza" e "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 "No-break".

Per i circuiti terminali dovranno essere usati cavi a norme CEI 20-36 – CEI 20-45 (tipo PH/F120 – FTG18M16) con isolamento in elastomero G18, a doppio isolamento, tensione di prova 4 kV, tensione nominale 600/1000 V; anche in questo caso i cavi dovranno essere canalizzati entro sistemi in tubazioni di acciaio zincato, a meno che non si tratti di stacchi molto brevi.


Dovranno inoltre essere utilizzate cassette di derivazione con caratteristiche di mantenimento funzionale E60-E90 secondo DIN 4102 parte 12, ovvero PH60-PH90 secondo EN 50200, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- contenitore in lega di alluminio UNI EN 1706 oppure in materiale termoplastico
- ingresso e uscita cavi multipolari con idonei pressacavi, ovvero con raccordi per tubo metallico (nel caso di contenitore metallico)
- morsettiera multipolare in ceramica, resistente alle alte temperature, con capacità di raccordo e derivazione commisurata alle specifiche necessità
- eventuale protezione della derivazione (fase) tramite base portafusibile in ceramica con fusibile
- morsetto di terra interno ed esterno (nel caso di contenitore metallico)
- grado di protezione IP65

### 3.5.2.4 Gruppi prese FM

Le tipologie di prese da prevedere nelle stazioni sono state standardizzate come di seguito:

- Gruppo prese tipo "A" (o "GPA"), costituito da quadretto prese IP67 così composto:
  - 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 portafusibile e fusibili, IP66/67, 3P+T, 400 V, 32 A, colore rosso, contatto di terra 6h;
  - n. 1 presa analoga alla precedente, ma 2P+T, 230 V, 16 A, colore blu, contatto di terra 6h.
- Gruppo prese tipo "B" (o "GPB"), costituito da quadretto prese civili così composto:
  - n. 1 interruttore magnetotermico differenziale 2 x 16 A+T, Idn = 0,03A;
  - n. 4 prese di tipo "universale" UNEL P40 16A (combinazione di presa schuko a standard tedesco e presa bipasso 10/16A a poli allineati, standard italiano) di colore rosso.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Singola presa di tipo "universale" UNEL P40 16A, installata entro apposita scatola portafrutti, di colore nero (o altro colore neutro, in funzione della serie civile prescelta).

Queste diverse tipologie di prese saranno generalmente dislocate come segue:

- Gruppo prese "GPA": da utilizzare principalmente nei diversi locali tecnici di stazione; la medesima tipologia di quadretto sarà installata anche nelle aree aperte al pubblico ma, in questo caso, l'installazione avverrà all'interno dell'armadio/nicchia idranti, in modo da impedirne l'utilizzo da parte di personale non autorizzato.
- Gruppo prese "GPB": da utilizzare principalmente come quadretto prese Vigili del Fuoco (VVF), con alimentazione derivata da QNB; la medesima tipologia di quadretto sarà utilizzata anche per alimentare i distributori automatici nelle aree aperte al pubblico ma, in questo caso, l'alimentazione sarà ordinaria e derivata dal pertinente quadro di zona (tipicamente il Quadro Atrio).
- Singola presa di tipo "universale": da utilizzare per l'allaccio di singole specifiche utenze (es. asciugamani elettrico).

### 3.5.2.5 *Apparecchi di sezionamento e comando utenze servizi di emergenza*

In corrispondenza delle principali utenze destinate a funzioni di sicurezza antincendio (quali ventilatori estrazione fumi, ventilatori lame d'aria, ecc.), in opportuna posizione 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)

### 3.5.2.6 *Apparecchi di comando alimentazione motori*


In corrispondenza di ogni motore, in opportuna posizione, dovrà essere predisposto un apparecchio rotativo di comando, con dati tecnici e prestazioni proporzionate alla potenza del motore, corredato di blocco a chiave: esso consentirà l'interruzione certa dell'alimentazione agli operatori per eventuali interventi sulla macchina, in conformità al D.Lgs. 81/2008; tale provvedimento dovrà essere adottato qualora il quadro di alimentazione non si trovi nei pressi della macchina e/o qualora non permetta di assolvere alla stessa funzione con analoga affidabilità e sicurezza.

## 3.6 **Gruppi di continuità trifase (CPS)**

### 3.6.1 **Alimentazione della rete "No-Break"**

Per l'alimentazione delle utenze sottese alla rete "No-Break" (tra cui il sistema di segnalamento e controllo ed, in generale, il sistema di supervisione) sarà prevista una coppia di gruppi statici di



|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

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 per ciascuna stazione; questo permetterà di realizzare un sistema di alimentazione delle utenze di sicurezza conforme alle prescrizioni di cui al Capo VII.2 del D.M. 21/10/2015.

Gli UPS dovranno essere conformi alla norma CEI EN 50171 "Sistemi di alimentazione centralizzata", che riguarda specificatamente le sorgenti di sicurezza e che definisce le caratteristiche costruttive dei sistemi di alimentazione centralizzata destinati a fornire alimentazione ad apparecchiature essenziali e di sicurezza, definiti Central Power Supply System (CPS System o anche CPSS); i CPS dovranno inoltre essere conformi alle norme EN 50091-1-1, EN 50091-1-2, EN 50091-2, ENV 50091-3, EN 50272-2.


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 venga a mancare.

Per l'alimentazione della rete "NB" è stata prevista l'installazione di n.2 CPS per ogni stazione in configurazione di "Parallelo Ridondante", in modo tale da garantire la ridondanza dell'alimentazione dei sistemi di sicurezza in percentuale del 100% e la stessa durata dei componenti; il sistema ridondante sarà a sua volta alimentato da due diverse linee (principale e di soccorso), nonché da una terza linea per la realizzare del bypass esterno, per eventuali esigenze manutentive (tutte le commutazioni ed i sezionamenti di ingresso/uscita del sistema saranno gestiti all'interno di un apposito Quadro di Commutazione, denominato "QCOM").

Come detto, la principale funzione dei CPS sarà fornire energia elettrica condizionata, affidabile e senza interruzioni ad un carico critico e, per garantire la massima affidabilità e disponibilità, si prevede di utilizzare una configurazione in parallelo, nella quale le due unità condivideranno il carico; in caso di guasto di una delle unità, la restante continuerà a supportare il carico critico.

I componenti principali costituenti la singola 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 minima di 2 ore);
- inverter: attua la conversione da continua in alternata, filtrata e stabilizzata, ed è dedicato all'alimentazione del carico utilizzatore;
- commutatore statico (bypass automatico): trasferisce al carico la tensione alternata proveniente dall'inverter o dalla linea di soccorso (in caso di sovraccarico oppure di avaria sul ramo di doppia conversione o sulla linea di alimentazione principale);
- by-pass manuale: permette di escludere l'apparecchiatura per operazioni di manutenzione, senza disalimentare il carico.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

### 3.6.2 Alimentazione della rete “Luci di Sicurezza”

Come già anticipato in precedenza, gli impianti di illuminazione di sicurezza rientrano tra le utenze di sicurezza che necessitano di essere rialimentate entro 0,5 s, ai sensi del Capo VII.2 del D.M. 21/10/2015.

Pertanto, per l'alimentazione delle utenze sottese alla rete “LS” si prevede l'utilizzo di un “soccorritore” che avrà caratteristiche di CPS, del tutto analoghe a quelle elencate al punto precedente e che qui si intendono integralmente richiamate.

In questo caso la macchina sarà esclusivamente dedicata all'illuminazione di sicurezza, in modo da poter essere correttamente monitorata nel più ampio contesto del monitoraggio automatico dell'impianto di illuminazione di emergenza centralizzata (vedi oltre nel presente documento).

Anche per il CPS della rete “LS” è prevista una alimentazione con due diverse linee (principale e di soccorso), in modo da poter disporre di una possibilità di bypass automatico (in caso di avaria sul ramo di doppia conversione o sulla linea di alimentazione principale).

### 3.7 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 dalla Supervisione saranno 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);
- impianti elettrici (forza motrice ed illuminazione);
- impianti meccanici (pompe di aggotamento, condizionamento aree pubbliche di stazione e locali tecnici, sollevatori acque nere, cancelli motorizzati ecc.);
- impianti varchi ed emettitrici.



|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

A seconda della tipologia degli impianti, l'interfacciamento sarà di tipo seriale (con standard definito nella specifica sezione progettuale delle opere "di sistema") oppure non seriale (morsettiere ausiliarie per interfacciamento in "logica cablata").

### **3.8 Impianto di terra e protezione dalle scariche atmosferiche**

#### **3.8.1 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 devono 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.

Gli impianti elettrici nelle stazioni 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 previsti 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;
- anche per le utenze distribuite in galleria l'alimentazione è derivata dalle cabine di trasformazione di stazione, ma in questo caso le masse sono collegate ad una terra elettricamente indipendente da quella di stazione e, pertanto, la relativa distribuzione è del tipo TT;
- nei pozzi, infine, l'alimentazione è derivata dalle relative cabine di trasformazione; anche in questo caso i conduttori di neutro e di protezione sono separati ma connessi ad uno stesso impianto di terra (i centro-stella dei trasformatori sono infatti connessi agli impianti di terra dei pozzi) e pertanto la distribuzione è comunque del tipo TN-S.

Le modalità di realizzazione dell'impianto di terra all'interno dell'area di stazione sono oggetto di specifica documentazione progettuale, alla quale si rimanda per ogni ulteriore dettaglio.


#### **3.8.2 Protezione dalle scariche atmosferiche**

Per quanto concerne la stazione in oggetto, non risulta necessaria la valutazione del rischio di fulminazione, basata sulla serie di norme CEI EN 62305, in quanto la stazione risulta completamente interrata e non si configura la presenza di un edificio fuori terra.

### **3.9 Predisposizioni impiantistiche**

#### **3.9.1 Predisposizioni di bigliettazione, varchi accesso e connessione UCAV-S**

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

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- 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).

Tali dorsali saranno distribuite all'interno della galleria (tipicamente con posa all'interno di tubazioni in acciaio inox) 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 (per i servizi antincendio) dovrà avvenire per mezzo di canaline in acciaio zincato a caldo o entro tubazioni in acciaio.

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:

- le alimentazioni elettriche delle apparecchiature che costituiscono il sistema (tipicamente presso l'atrio di stazione, ma anche in altre zone, dove eventualmente previsto);
- le vie cavi che permettono di collegare "fisicamente" e "logicamente" le apparecchiature che costituiscono il sistema (tipicamente presso l'atrio di stazione, vedi sopra);
- Rack "Concentratore di Stazione" per l'attestazione dei cavi ethernet di gestione degli apparati (tipicamente presso l'atrio di stazione, vedi sopra);
- cavo a fibra ottica e vie cavo relative, che permette il trasferimento delle informazioni dalle stazioni verso il Posto Centrale della Bigliettazione (Comprensorio tecnico - Deposito) e viceversa (tipicamente tramite il sottobanchina di stazione relativo interfacciamento verso la galleria di linea).


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

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

### 3.9.2 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;

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- 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, 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.

### **3.10 Impianti di illuminazione normale e di emergenza**

Come richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6) tutte le stazioni chiuse devono essere dotate di un impianto di illuminazione ordinaria e di riserva al fine di garantire, eventualmente con il contributo degli impianti di sicurezza, le prestazioni minime 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 dell'impianto 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 stessa UNI UNIFER 8097.

Più in particolare, i valori illuminotecnici minimi di riferimento per le diverse zone sono riportati nel prospetto 1 della citata Norma; il medesimo prospetto indica anche i livelli prescritti di uniformità (per la disposizione dei corpi illuminanti) e di resa dei colori (per la scelta del corpo illuminante) che gli impianti devono perseguire.

Come descritto nei paragrafi seguenti, tuttavia, gli obiettivi illuminotecnici sono tipicamente superiori rispetto a quelli minimi di norma, al fine di consentire maggiore confort agli utenti e garantire qualità architettonica alle stazioni della nuova Linea 2.


#### **3.10.1 Illuminazione normale nelle stazioni**

Come detto, 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.

In particolare, l'illuminazione artificiale dovrà assicurare una buona visibilità negli ambienti normalmente frequentati dagli utenti e dagli addetti al servizio.

Nelle stazioni sotterranee gli ambienti possono essere così distinti:

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

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

Nei locali tecnici, quindi con possibilità di accesso riservata ai soli addetti (comprese le aree sottobanchina) sarà perseguito un valore di illuminamento medio, sul piano di lavoro a 80 cm dal suolo, non inferiore a 200 lux, ottenuto con l'impiego di apparecchi a LED adeguati al locale di installazione; fanno eccezione il locale PET e tutti i locali contenenti apparati di Supervisione e Controllo (es. locale SCADA), per i quali deve essere previsto l'impiego di apparecchi illuminanti a LED adatti a locali con videoterminali, con compiti visivi severi e finalizzati ad un illuminamento medio non inferiore a 500 lux.


Nei corridoi tra locali tecnici, l'illuminamento medio "di base" non dovrà essere inferiore a 100 lux, da conseguire sempre con apparecchi a LED adeguati; tuttavia, in caso di necessità operative, anche nei corridoi si dovrà poter conseguire l'illuminamento "pieno" di 200 lux.

Negli ambienti aperti al pubblico l'illuminamento a pavimento (superficie sensibile del luxmetro a 10 cm dal suolo) dovrà essere generalmente non inferiore a 100 lux, con coefficienti di uniformità Emin/Emax non inferiori a 1/4, secondo UNI UNIFER 8097.

In questi ambienti gli apparecchi illuminanti da impiegare potranno avere caratteristiche determinate anche dalle finiture architettoniche; si deve comunque prevedere l'impiego di apparecchi per lampade con temperature di colore di 3000 K e con indice di resa dei colori (tipicamente CRI>80).

In termini generali, anche negli ambienti aperti al pubblico gli apparecchi dovranno avere comunque caratteristiche "stagne" (IP>5x), in modo da garantire adeguata protezione rispetto all'ingresso di polvere (con conseguente sporcamento delle ottiche e decadimento del flusso luminoso emesso dagli apparecchi).

Come precedentemente anticipato, gli obiettivi illuminotecnici di progetto sono tipicamente superiori rispetto a quelli minimi di norma e vengono riassunti nella tabella seguente:

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

**Tabella 2. Valori Illuminotecnici locali di stazione**

| LOCALE  | ILLUM. MEDIO (LUX) |
|---|--------------------|
| Locali Tecnici  | 200                |
| Corridoi tecnici (illuminamento « base »)             | 100                |
| Locali Supervisione/PET                               | 500                |
| Zone aperte al pubblico – aree di circolazione        | 300                |
| Zone aperte al pubblico - zona tornelli / emettitrici | 350                |
| Zone aperte al pubblico - corridoi di accesso         | 250                |
| Filtri ascensori, sbarchi scale mobili                | 350                |
| Scale interne (fisse e mobili *)                      | 250                |
| Scale di accesso dall'esterno                         | 50                 |
| Cavedi elettrici / vani di calaggio e ventilazione    | 100 / 50           |

*(\*) per le scale mobili, quota parte dell'illuminazione sarà fornita dal proprio sistema integrato di illuminazione (al pari dell'illuminazione interna delle cabine ascensori)*


### 3.10.2 Sistema di controllo illuminazione

L'impianto di illuminazione della stazione sarà gestito per mezzo di un sistema di regolazione del tipo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ovvero, laddove non sia necessaria una specifica regolazione, gli apparecchi saranno comunque equipaggiati con sorgente luminosa a LED e la relativa accensione sarà comunque monitorata dal sistema di gestione e supervisione.

Il sistema dovrà utilizzare un protocollo di comunicazione integrato negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti e lo standard utilizzato avrà la caratteristica di essere non proprietario, per garantire l'intercambiabilità tra gli alimentatori elettronici di diversi produttori. Tale sistema consentirà di controllare i singoli apparecchi di illuminazione associando un proprio indirizzo ad ogni alimentatore; mediante il sistema dovrà inoltre essere possibile impostare e modificare la configurazione dell'intera illuminazione di stazione, senza prevedere interventi di ricablaggio fisico.

Infine, il sistema dovrà consentire la programmazione di determinati scenari, comandando l'alimentatore elettronico dei corpi illuminanti e/o gli attuatori predisposti.

In termini esemplificativi, il sistema potrà implementare le seguenti funzionalità principali:

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Aree aperte al pubblico: possibilità di riduzione dei livelli di illuminamento, che potranno essere comunque quelli minimi da norma UNI UNIFER 8097 (sensibilmente inferiori rispetto a quelli di progetto) o altri valori a discrezione del gestore dell'infrastruttura; tale riduzione potrà avvenire su base oraria ovvero mediante comando impartito dalla supervisione generale, ad es. in base alla rilevazione delle presenze in stazione (da tornelli, telecamere, ecc.) o ancora a seguito di comandi manuali impartiti dagli operatori preposti.
- Locali tecnici: il comando sarà manuale, mediante pulsanti interfacciati al sistema di controllo, ad es. secondo logica "push&dim" (unico pulsante che funziona per accensione/spegnimento o regolazione, in caso di pressione prolungata); ai fini di risparmio energetico, si prevederà lo spegnimento automatico dell'illuminazione dopo un intervallo di tempo settabile a sistema (previo abbassamento del livello, quale preavviso di spegnimento).
- Corridoi dei locali tecnici: accensione automatica al livello "base" mediante sensori di presenza; si prevede poi lo spegnimento temporizzato, in assenza di movimento (previo abbassamento del livello, quale preavviso di spegnimento). Gli operatori avranno inoltre la possibilità di aumentare l'illuminazione fino al livello massimo mediante pulsanti locali distribuiti lungo i percorsi; anche in questo caso, ai fini di risparmio energetico, si prevederà comunque il ritorno al livello "base" dopo un intervallo di tempo settabile a sistema.


In sostanza, il sistema di controllo dell'illuminazione, pur potendo operare autonomamente (secondo le logiche programmate ed i parametri di volta in volta impostabili) potrà anche riportare eventuali informazioni di funzionamento (ad es. in forma aggregata) verso il sistema di supervisione generale, consentendo agli operatori preposti una visione "d'insieme" circa lo stato di funzionamento degli impianti di illuminazione della singola stazione; questo riguarderà anche le informazioni legate al corretto funzionamento degli impianti / apparecchi, che genereranno eventuali segnalazioni di avaria agli operatori preposti alla manutenzione.

Il sistema dovrà poter essere integrato per mezzo di interfacce specifiche con il sistema "BMS" di stazione (ad es. mediante protocolli KNX, EIB, LON, BACNET o equivalenti).

All'interno delle stazioni si prevede pertanto la distribuzione dei seguenti bus di regolazione e controllo (oltre a quelli relativi all'alimentazione degli apparecchi illuminanti):

- bus DALI o equivalente: con funzione di regolazione e monitoraggio degli apparecchi illuminanti;
- bus KNX o equivalente: con funzione di aggregazione delle informazioni di comando, siano esse acquisite da pulsanti di comando o sensori di presenza, ovvero da riportare verso i gateway KNX/DALI o verso gli attuatori KNX nei quadri elettrici di piano / zona.

Il bus di campo (ad es. KNX) sarà utilizzato anche per l'interfacciamento delle apparecchiature in campo verso i "concentratori" del sistema (c.d. "server" o "webserver"), dove risiederanno le principali informazioni di programmazione del sistema e che costituiranno il punto di interfaccia verso gli operatori (tramite interrogazione "diretta" o per mezzo della supervisione generale).

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

Anche l'illuminazione esterna, relativa agli accessi di stazione, sarà comandata dal sistema di controllo, sulla base di programmazione oraria e/o di segnale proveniente da sensori crepuscolari o orologi astronomici.

### 3.10.3 Caratteristiche degli apparecchi illuminanti

I corpi illuminanti inseriti a progetto sono stati definiti sulla base degli obiettivi già illustrati, e quindi sulla scorta di specifici calcoli illuminotecnici, nonché al fine di perseguire una adeguata integrazione con le finiture architettoniche previste nelle stazioni; pertanto, le caratteristiche estetiche degli apparecchi, oltre a quelle funzionali, sono state definite sulla base delle esigenze architettoniche delle stazioni.

A tale scopo, il progetto impiantistico è stato sviluppato a partire da "concept" che sono stati sviluppati da professionisti specializzati in "light design", in stretta collaborazione con la progettazione architettonica degli spazi di stazione; a partire da queste indicazioni generali, gli impianti poi sono stati dimensionati sulla base di specifici calcoli illuminotecnici. Si rimanda pertanto a detti calcoli, nonché agli elaborati grafici di progetto, per una più dettagliata definizione degli apparecchi illuminanti previsti; ulteriori caratteristiche prestazionali sono richiamate negli elaborati di specifiche tecniche e nelle voci di elenco prezzi.

NB: come descritto nei paragrafi a seguire, quota parte degli apparecchi di illuminazione generale saranno utilizzati anche per realizzare gli impianti di illuminazione di emergenza; ne consegue che la scelta di questi specifici apparecchi è stata anche condizionata dalla necessità di ottemperare alle specifiche normative in tema di illuminazione di emergenza e del relativo monitoraggio, con particolare riferimento alla norma EN 60598-2-22.

### 3.10.4 Illuminazione di sicurezza nelle stazioni

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 saranno dotati 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 congiuntamente assicurare i complessivi livelli di illuminamento previsti dal decreto stesso:

- 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.

Il decreto non precisa quale debba essere il contributo del singolo impianti rispetto all'obiettivo complessivo da raggiungere; pertanto, anche in relazione alle caratteristiche degli apparecchi effettivamente disponibili in commercio, il progetto prevede per i due impianti i seguenti contributi minimi:

- Impianto con apparecchi dotati di alimentazione centralizzata: 70-80% dell'illuminamento richiesto;



|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Impianto con apparecchi autoalimentati: 20-30% dell'illuminamento richiesto.

Il minore apporto fornito dall'impianto autonomo è legato al minore flusso che gli apparecchi sono in grado di fornire nel funzionamento autonomo da batteria; a differenza degli apparecchi con alimentazione centralizzata (da CPS) i quali possono fornire il loro flusso massimo anche in mancanza della rete di alimentazione ordinaria.


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

Tutti gli apparecchi installati in posizione accessibile al pubblico dovranno avere involucri con caratteristica di protezione contro gli impatti meccanici (come da requisito normativo).

*NB: Come riportato nei documenti di Prevenzione Incendi "La verifica CFD degli ambiti di stazione ha condotto alla conclusione che non è presente un'apprezzabile quantità di fumo se non all'interno della sede sotterranea, per cui non è necessario prevedere misure o soluzioni aggiuntive relativamente al rischio di riduzione dell'illuminamento in presenza di fumo lungo i percorsi di esodo del pubblico".*

In merito al funzionamento previsto per gli impianti di illuminazione di emergenza, si richiamano le seguenti indicazioni di carattere generale:

- considerato che gli impianti di emergenza saranno realizzati con quota parte degli apparecchi di illuminazione generale, nel funzionamento ordinario delle stazioni tali apparecchi saranno gestiti e regolati secondo le logiche legate all'illuminazione ordinaria (vedi paragrafi precedenti);
- invece, nel caso in cui il sistema di supervisione generale (e/o l'impianto di rivelazione incendi) dovesse rilevare una situazione di emergenza, gli impianti di illuminazione di sicurezza saranno forzati all'accensione al massimo flusso disponibile in tutta la stazione;
- inoltre, i due impianti dovranno entrare in funzione automaticamente anche qualora il sistema di controllo rilevasse una anomalia sugli impianti di alimentazione dell'illuminazione, a prescindere dallo stato di emergenza della stazione; questa logica dovrà essere implementata anche in chiave di "mutuo soccorso" tra i due impianti (nel caso in cui l'avaria interessi, anche in parte, uno degli impianti di emergenza) e consisterà principalmente nei seguenti automatismi:
  - In caso di mancanza della rete ordinaria (sia essa generalizzata o circoscritta ad una zona specifica) si avrà l'accensione automatica degli apparecchi autonomi interessati dalla mancanza tensione; inoltre, il sistema di controllo comanderà l'accensione automatica anche degli apparecchi centralizzati. Questo automatismo sarà realizzato rilevando, anche in via cumulativa, la mancanza di tensione su uno o più circuiti in partenza dal quadro elettrico di zona (a favore di sicurezza, dunque, gli apparecchi centralizzati saranno eventualmente anche in una zona più grande di quella interessata dal disservizio); questo approccio si applicherà tanto alle zone aperte al pubblico che a quelle riservate al personale.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- L'accensione dei kit autonomi avverrà sia per mancanza della propria linea di alimentazione che per comando proveniente dal sistema di controllo (ad es. per mancanza rete rilevata, anche in modo cumulativo, sulla rete ordinaria o su quella delle luci di sicurezza centralizzate).

### 3.10.5 Caratteristiche degli apparecchi illuminanti di emergenza

Come già anticipato, i corpi illuminanti di stazione con funzioni di illuminazione di sicurezza dovranno essere conformi alle specifiche normative in materia.

In base alle specifiche progettuali ricevute, si è inoltre scelto di realizzare gli impianti di emergenza di cui sopra mediante l'utilizzo di quota parte degli apparecchi illuminanti utilizzati anche per l'illuminazione generale in condizioni ordinarie di utilizzo; questo significa che:

- Quota parte degli apparecchi "generali" saranno dotati di alimentazione centralizzata (da rete "LS") ed andranno a costituire il c.d. "impianto emergenza centralizzato";
- Quota parte degli apparecchi "generali" saranno autoalimentati, dotati cioè di apposito kit integrato per alimentazione autonoma in assenza rete, ed andranno a costituire il c.d. "impianto emergenza autonomo".

A partire da questa impostazione generale, gli impianti sono stati poi dimensionati sulla base di specifici calcoli illuminotecnici; si rimanda pertanto a detti calcoli, nonché agli elaborati grafici di progetto, per una più dettagliata definizione degli apparecchi illuminanti utilizzati per l'illuminazione di emergenza.


Lungo le vie di esodo di stazione saranno infine previsti specifici apparecchi per segnaletica luminosa (detti anche "pittogrammi luminosi") che andranno ad integrare la segnaletica di emergenza prevista dal piano di evacuazione; al fine di garantire la massima disponibilità di funzionamento di questi apparecchi (che risulteranno "sempre accesi") essi saranno dotati di kit autonomo e, nel contempo, alimentati dalla rete "LS".

NB: come descritto nei paragrafi a seguire, si prevede la realizzazione di un sistema di monitoraggio automatico dell'illuminazione di emergenza; ne consegue che la scelta degli apparecchi illuminanti che svolgono questa funzione è stata anche condizionata dalla necessità di ottemperare alle specifiche normative in tema di monitoraggio automatico, con particolare attenzione alle norme UNI CEI 11222 e CEI EN 62034 (ulteriori caratteristiche prestazionali sono richiamate negli elaborati di specifiche tecniche e nelle voci di elenco prezzi).

### 3.10.6 Sistema di monitoraggio automatico dell'illuminazione di sicurezza

Come noto, al pari degli impianti tecnologici generici, gli impianti di illuminazione di emergenza devono essere soggetti a regolare manutenzione; tuttavia, stante la peculiare funzione di questi impianti, essi devono essere oggetto di programmi specifici di verifica e manutenzione, appositamente normati dalla Norma UNI CEI 11222.

Le specifiche di progettazione per le stazioni in oggetto, inoltre, richiedono che tali verifiche siano rese automatiche, prevedendo la realizzazione di un Sistema centralizzato di monitoraggio

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |


automatico dell'illuminazione di sicurezza; un tale sistema richiede l'utilizzo di apparecchiature e componenti che, nel loro insieme, siano in grado di condurre test periodici automatici in conformità alla Norma CEI EN 62034 "Sistemi di verifica automatica per l'illuminazione di sicurezza" (c.d. ATS - Automatic Test System). I sistemi ATS possono essere contenuti all'interno dell'apparecchio stesso e comprendere tutti i componenti hardware e software che consentono l'esecuzione di un test funzionale o un test di autonomia (c.d. funzione "autotest"); alcuni di questi sistemi possono inoltre essere monitorati mediante un sistema di comunicazione capace di visualizzare su postazione remota le informazioni che diversamente sarebbero visibili solo mediante le segnalazioni luminose poste a bordo della lampada: queste sono le caratteristiche salienti anche del sistema che si intende realizzare.

A tale scopo, tutte le lampade degli impianti di illuminazione di emergenza, sia quelle autoalimentate che quelle centralizzate, dovranno essere dotate di interfaccia di gestione (integrata negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti) che sia compatibile con le specifiche parti del protocollo DALI che garantiscono la possibilità di monitoraggio automatico centralizzato; a titolo informativo, si citano due capitoli dello standard DALI specificamente dedicati al supporto delle funzionalità delle lampade di emergenza:

- EN 62386-202 – Device Type 1 (o "DT1"): Self-contained emergency lighting (per apparecchi di emergenza autonomi)
- EN 62386-220 – Device Type 19 (o "DT19"): Centrally Supplied Emergency Operation (per apparecchi di emergenza con alimentazione centralizzata)

Tenendo conto di questo ulteriore vincolo nella possibile selezione di apparecchi illuminanti che siano conformi a tutte le diverse esigenze fin qui esposte, nella definizione del sistema di monitoraggio (e, in particolare, dell'impianto di emergenza centralizzato) sono stati adottati i seguenti ulteriori indirizzi progettuali:

- Impianto centralizzato realizzato con apparecchiature "specializzate per funzione" e con modalità più possibile "aperte" (evitando soluzioni "all-in-one", che possano creare ulteriori vincoli e limitazioni alla disponibilità commerciale, anche futura, di apparecchiature)
- Soccorritore luci sicurezza costituito da CPS con uscita in AC a 230V, in modo da non vincolare gli apparecchi illuminanti ad un eventuale funzionamento DC in emergenza (come prospettato da talune soluzioni commerciali, che però non sono necessariamente compatibili con apparecchi di illuminazione generale, come invece richiesto)
- Distribuzione e protezione delle linee eseguita da quadro elettrico dedicato (QLS) dal quale realizzare una distribuzione radiale, senza altri quadri intermedi (in modo da evitare problemi di selettività tra livelli diversi dell'impianto) ma evitando, anche in questo, soluzioni "all-in-one" che integrano protezione e monitoraggio in una unica apparecchiatura commercialmente vincolante
- Monitoraggio delle linee e degli apparecchi mediante apparati di supervisione dedicati agli impianti di illuminazione di emergenza, che possono eventualmente essere fisicamente allocati all'interno del QLS e/o dei quadri di zona; tali apparati dovranno essere

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

interfacciabili a livello superiore di automazione mediante protocolli aperti (es. BACNET o WebServices)

In conclusione, le caratteristiche del Sistema centralizzato di monitoraggio automatico si possono così riassumere:


- 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;
- Concentratore delle informazioni con “web server” incorporato, tale da garantire il monitoraggio dello stato impianto e degli apparecchi collegati al sistema e la possibilità di inviare notifiche automatiche in caso di anomalie;
- BUS di controllo conforme al protocollo DALI, o equivalente, per facilitare l’integrazione nei sistemi di controllo dell’illuminazione ordinaria
- Interconnessione tra le centraline mediante bus di campo e interconnessione dei concentratori tramite rete Ethernet;
- Integrazione nelle architetture WEB, KNX, CLOUD, BMS
- Centraline di gestione e controllo locali installabili in quadro elettrico su barra DIN

NB: in relazione alla ridondanza richiesta agli impianti di illuminazione di emergenza, nonché ai livelli illuminotecnici che essi debbono garantire (decisamente più elevati rispetto a quelli prescritti dalla normativa generale in materia), si constata che la quota parte degli apparecchi illuminanti che sono coinvolti nella funzione di emergenza risulta preponderante rispetto a quelli esclusivamente dedicati alla illuminazione ordinaria; ciò premesso, e considerata la opportunità di razionalizzare i sistemi di controllo ed i componenti ad essi finalizzati, il presente progetto prevede che il sistema di monitoraggio appena descritto ricomprenda anche le funzioni e le attribuzioni che, nel funzionamento ordinario, sono riferibili al più generale “sistema di controllo dell’illuminazione”.

## 4. IMPIANTI ELEVATORI DI STAZIONE

### 4.1 Scale mobili

Le scale mobili da prevedere nel contesto delle stazioni della Linea 2 dovranno essere rispondenti alla tipologia di idoneità inerente allo svolgimento di servizio pubblico nell’ambito dei sistemi di trasporto, dovranno essere rispondenti ai requisiti di legge ed alle normative specifiche di settore e rientreranno nelle seguenti tipologie:

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

**Tabella 3. Tabella tipologia Scale Mobili**

| <b>DESCRIZIONE</b>                  | <b>CARATTERISTICA</b>               |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Piano Stradale - Atrio              | Idonee per installazione all'aperto |
| Piano Atrio – Mezzanino (eventuale) | Installazione interna               |
| Piano Mezzanino - Banchina          | Installazione interna               |

#### **4.1.1 Condizioni ambientali**

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, andranno considerate idonee contromisure al fine di corrispondere alle severe condizioni che potrebbero verificarsi nella fase di installazione, sia in termini di temperatura ed umidità, che per la presenza di polveri, acqua, ecc.; tale esposizione non dovrà pregiudicare il futuro funzionamento delle scale mobili, né deteriorare le parti verniciate, zincate o comunque protette.


#### **4.1.2 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.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

**Tabella 4. Tabella tipologica - Vita tecnica media scale mobili**

| <b>DESCRIZIONE</b>                         | <b>VITA MEDIA<br/>(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                        |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>TRAZIONE</b>              |       |
| Argano                       | 20-25 |
| Motore elettrico di trazione | 20-25 |
| <b>PANNELLI</b>              |       |
| Pannelli degli zoccoli       | 20-25 |

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.

#### 4.1.3 Abaco scale mobili

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

**Tabella 5. Abaco scale mobili tipo 1**





## CARATTERISTICHE DELLE SCALE MOBILI

| CODIFICA   | USO IN EMERGENZA / LARGHEZZA | ALIM.NE ELETTRICA | PIANO EVAC.NE | DISLIVELLO (*) |
|------------|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|
| SM-AE      | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | STRADA (**)   | 7.74 m         |
| SM-AO      | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | STRADA (**)   | 7.74 m         |
| SM-AM2-D   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | ATRIO         | 11.7 m         |
| SM-AM2-S   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | ATRIO         | 11.7 m         |
| SM-M2A-D   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | ATRIO         | 11.7 m         |
| SM-M2A-C   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | ATRIO         | 11.7 m         |
| SM-M2A-S   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | ATRIO         | 11.7 m         |
| SM-BM2-2-D | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | SECONDO MEZZ. | 5.85 m         |
| SM-BM2-2-S | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | SECONDO MEZZ. | 5.85 m         |
| SM-M2B-2   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | SECONDO MEZZ. | 5.85 m         |
| SM-BM2-1-D | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | SECONDO MEZZ. | 5.85 m         |
| SM-BM2-1-S | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | SECONDO MEZZ. | 5.85 m         |
| SM-M2B-1   | SCALA FERMA / 1 m            | SINGOLA           | SECONDO MEZZ. | 5.85 m         |


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

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

**4.1.4 Caratteristiche antincendio dei materiali**

Al fine di ridurre le possibilità di incendio, nella proposta tecnica si dovranno indicare le prescrizioni minime previste nella realizzazione delle apparecchiature; in particolare si precisa che per i componenti non metallici della scala mobile, a titolo di esempio:

- cavi;
- corpi illuminanti;
- corrimano;
- rivestimenti ruotini;
- pulegge e rulli corrimano;
- cassette di derivazione;
- canaline portatavi;
- pannelli trasparenti;
- olii di lubrificazione.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |


dovranno essere indicate le corrispondenti certificazioni per tipologia di materiale impiegato secondo la classificazione di reazione al fuoco.

#### 4.1.5 Caratteristiche tecniche

Si richiamano a seguire le caratteristiche salienti richieste alle scale mobili di stazione; per una più dettagliata definizione delle stesse, nonché per le ulteriori caratteristiche prestazionali richieste si rimanda agli elaborati di specifiche tecniche e alle voci di elenco prezzi.

##### 4.1.5.1 Caratteristiche generali

- Tipo di scala mobile: per servizio pubblico, secondo le prescrizioni del DM 18.09.1975, D.M. 22/12/2017 e EN 115:2017;
- angolo di inclinazione: 30 gradi;
- larghezza di calpestio gradino: 1000 mm e 600 mm (secondo abaco)
- velocità nominale: 0,5 m/s;
- velocità di esercizio selezionabile tra: 0,4 m/s, 0,5 m/s, 0,65 m/s;
- velocità nominale a vuoto indicativa: 0,10 ÷ 0,15 m/s;
- dislivello (secondo abaco)
- capacità teorica: 6.000 persone/ora in conformità con EN 115-1 2017;
- funzionamento bidirezionale;
- passaggio automatico dalla velocità a vuoto alla velocità a carico;
- gradini in piano minimo nr. 3 sui due pianerottoli d'estremità anche nel caso in cui il dislivello è minore di 6 m;
- intervallo raggio di curvatura minimo: per scale mobili con dislivello < 10 m: inferiore 1000-1132 mm, superiore 1500-1538 mm;
- intervallo raggio di curvatura minimo: per scale mobili con dislivello > 10 m: inferiore 2000 mm, superiore 2600-2700 mm;
- Raggio di curvatura minimo 1800 mm oltre ai 4 gradini in piano
- eventuale supporto intermedio (ove richiesto);
- macchina: all'interno del traliccio;
- quadro di manovra: all'interno di apposita nicchia (o locale tecnico) nei pressi della scala stessa (sbarco inferiore per le scale esterne, sbarco superiore per quelle interne);
- locale manutenzione: nei due pianerottoli d'estremità;
- configurazione per interni (interno stazione);
- configurazione per esterni (piano stradale);

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- impianto antincendio: sarà previsto un impianto antincendio del tipo a pioggia (sprinkler) adeguatamente protetto dal gelo nel caso di scala mobile esterna;
- sistema di illuminazione lineare integrato su entrambi i lati della scala, al fine di ottemperare a quanto riportato nella norma EN 115, ovvero in modo da ottenere un illuminamento puntuale pari a 50 lux per ogni gradino delle scale mobili interne ed almeno 15 lux per ogni gradino delle scale mobili esterne (da valutare poi nel contesto di emergenza di stazione quanto richiesto dal D.M. 21/10/2015 – Capo VII.6).
- Telecamere interlacciate con sistema di sicurezza per disattivare la scala in caso di mancato funzionamento delle stesse;
- Riduzione della velocità ad un quarto della nominale quando la scala non è impegnata e fermo del moto dopo un tempo pre-impostabile di non utilizzo;
- Colonnine agli estremi provviste di pulsante di stop di emergenza diametro min 80 mm, segnalazione del senso di marcia e di divieto, segnale di fuori servizio;
- Le scale esterne dovranno essere previste con traliccio zincato e le balaustre con altezza 1000 mm di tipo inclinato in acciaio inox;
- Le scale interne dovranno essere previste con le balaustre in vetro con altezza da 1000 mm a 1100 mm a seconda della loro ubicazione;
- Illuminazione a led sulla banda zoccoli interni e sotto corrimano
- Doppio freno di emergenza su tutte le tipologie
- Rulli catene posti all'esterno della maglia catena
- Possibilità di avere scalini con bordi gialli e piastre portapettini gialle (da valutare l'aspetto architettonico nella successiva fase di progettazione).


#### 4.1.5.2 Caratteristiche di esercizio

Il funzionamento delle scale mobili sarà correlato all'esercizio delle stazioni, pertanto dovranno essere previsti:

- senso di marcia reversibile;
- velocità a massimo carico di 150 daN per gradino: 0,5 m/s + 5%;
- sincronismo tra la velocità dei gradini e dei corrimano: +2%;
- avviamento dalla pulsantiera di servizio locale;
- utilizzo in caso eccezionale come scala fissa, in caso di scala ferma.

#### 4.1.5.3 Caratteristiche principali

La scala mobile dovrà essere progettata per un servizio con intenso traffico di pubblico e dotata di capacità operativa continua nelle due direzioni, quantificabile in almeno 140 ore settimanali, con punte di carico del 100% della durata di mezz'ora ogni 3 ore e del 40% nei periodi compresi fra le punte di massimo carico.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

#### 4.1.5.4 Caratteristiche elettriche

- tensione di alimentazione 400 V – 50 Hz (3F + N + T) e riscaldamento (scale esterne);
- tensione 230 V– 50 Hz (1F +N+T) luce e circuiti di sicurezza No-Break;
- potenza motori a seconda dei dislivelli;
- quadro di manovra principale;
- quadri appoggio inferiori e superiori.

## 4.2 Ascensori elettrici

Gli ascensori elettrici da prevedere nel contesto delle stazioni della Linea 2 dovranno essere rispondenti alla tipologia di idoneità inerente allo svolgimento di servizio pubblico nell'ambito dei sistemi di trasporto, ai requisiti di legge ai sensi del D.M. 21/10/2015 e alle normative specifiche di settore; le varie tipologie presenti per singola destinazione d'uso saranno le seguenti:

**Tabella 6. Tabella tipologia Ascensori**

| DESCRIZIONE  | CARATTERISTICA   |
|--|--|
| Piano Stradale - Atrio   | Ascensore idoneo al trasporto dei disabili con cabina vetrata e con porte di piano e di cabina vetrate |
| Piano Stradale - Banchina<br>(Atrio a quota inferiore a -7.5 m dal piano di riferimento) | Ascensore idoneo al trasporto dei disabili con cabina opaca e con porte di piano e di cabina opache    |
| Piano Atrio – Banchina   | Ascensore idoneo al trasporto dei disabili con cabina opaca e con porte di piano e di cabina opache    |

### 4.2.1 Condizioni ambientali


Le caratteristiche dell'ambiente in cui gli ascensori elettrici dovranno funzionare variano a seconda del luogo di installazione, in particolare:

Per gli ascensori interni 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 gli ascensori atrio-esterno e per gli ascensori atrio-banchina con sbarco di emergenza all'esterno le caratteristiche ambientali e le predisposizioni da considerare sono:

- variazione di temperatura: da -15°C a + 40°C;

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- umidità massima: 80%;
- presenza di un sistema di ventilazione forzata nella parte superiore del vano;
- carter di protezione dall'irraggiamento solare per le apparecchiature soggette a temperature stagionali elevate;
- presenza di corpi estranei, quali mozziconi di sigarette, carta, ecc. (per sbarchi esterni anche presenza di fango, neve, acqua);
- caratteristiche termiche ed igrometriche di compatibilità con installazione in torrino vetrato esterno.

Inoltre, andranno considerate idonee contromisure al fine di corrispondere alle severe condizioni che potrebbero verificarsi nella fase di installazione, sia in termini di temperatura ed umidità, che per la presenza di polveri, acqua, ecc.; tale esposizione non dovrà pregiudicare il futuro funzionamento degli ascensori, né deteriorare le parti verniciate, zincate o comunque protette.

#### **4.2.2 Vincoli funzionali per l'accesso delle biciclette**


In riferimento alle specifiche per le circolazioni verticali (ascensori), di cui alla "Carta dell'Architettura":

- Da verificare che il dimensionamento delle porte e della cabina ascensore sia idoneo al fine di consentire l'accesso delle biciclette (larghezza di riferimento pari a 1,2 m);
- La cabina dovrà essere in grado di ospitare almeno un ciclista assieme agli utenti abituali degli ascensori;
- Dimensioni minime cabina: 2,10 m di profondità, 1,20 m di larghezza, altezza interna 2,15 m – superficie utile non superiore a 2,50 mq;
- Dimensioni porte (ad ampia apertura)  $\geq$  1,20 m, una bicicletta + una persona.

#### **4.2.3 Principali caratteristiche tecniche ascensori elettrici**

Le principali caratteristiche tecniche relative agli ascensori elettrici da considerare nello sviluppo della progettazione e nelle successive fasi sono in via generale:

- Ascensori con caratteristica di emergenza utilizzabile in condizioni di esercizio ordinario e in condizioni di soccorso ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo I.2 -24;
- Dimensioni minime interne della cabina ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo I.2 -24 (valori minimi: larghezza 1,20 m, profondità 2,10 m, altezza interna di cabina 2,15 m – superficie utile non superiore a 2,50 mq);
- Ascensori da realizzare nel rispetto di quanto previsto, per gli ascensori antincendio, nella norma UNI EN 81-72 e nel DM 15/09/2005, ove non in contrasto con quanto prescritto, ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo I.2 -24;
- Ascensori con velocità minima pari a 1,0 m/s
- Porte di piano e porte di cabina da realizzare in conformità con la caratteristica di emergenza

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Porta intermedia di soccorso REI 120 per dislivelli superiori agli 11 m;
- Bottoniere di cabina doppie per ciascun ascensore disposte in senso orizzontale e verticale;
- Presenza impianto rivelazione incendi nel vano corsa ascensore;
- Testate ascensori con altezza minima 4,20 mt (vel. 1,0 m/s), fosse ascensori con altezza minima 1,5 mt.

#### 4.2.4 Sistemi di telecomunicazione

Posto che la competenza delle opere “non di sistema” è sostanzialmente limitata all’alimentazione elettrica degli impianti elevatori, le predisposizioni impiantistiche (soprattutto in termini di vie cavi) dovranno considerare le principali caratteristiche tecniche relative anche ai sistemi di comunicazione con il Posto Centrale di Controllo e con le postazioni disponibili in stazione, che dovranno essere:


- Impianto di controllo TVCC interno di cabina da realizzare ai sensi delle normative vigenti con riporto del segnale all’area relativa alla Sala Operativa e interlacciate con sistema di sicurezza per disattivare l’ascensore in caso di mancato funzionamento delle stesse;
- Protocollo di comunicazione MODBUS, PROFIBUS o equivalente, coordinato con il protocollo utilizzato dagli apparati di Sistema;
- Amplificatore tipo Audio Loop su anello induttivo disposto nella cabina in funzione di ausilio alle persone con ridotta capacità uditiva;
- Sistema di comunicazione bidirezionale al fine di consentire la connessione voce tra il Posto Centrale di Controllo, la cabina, il tetto e la fossa dell’ascensore;
- Sistema di comunicazione bidirezionale al fine di consentire la connessione voce tra il quadro di manovra dell’ascensore e la cabina.

#### 4.2.5 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 7. Tabella tipologica- Vita tecnica media ascensori**

| DESCRIZIONE                      | VITA MEDIA<br>(anni) |
|----------------------------------|----------------------|
| <b>OPERATORE PORTE DI CABINA</b> | <b>15</b>            |
| Motore elettrico                 | 10                   |
| Cuscinetti motore porte          | 5                    |
| Snodi meccanici                  | 5                    |

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Contatti elettrici               | 5         |
| <b>PORTE DI CABINA</b>           | <b>30</b> |
| Sospensione porte                | 30        |
| Carrucole sospensione            | 10        |
| <b>CABINA</b>                    | <b>30</b> |
| Bottoniera di cabina             | 10        |
| Contatti                         | 5         |
| <b>ARMATURA DI CABINA</b>        | <b>30</b> |
| Contatti elettrici               | 5         |
| Bottoniera di ispezione          | 20        |
| <b>VANO DI CORSA</b>             | <b>30</b> |
| Ammortizzatori a molla           | 30        |
| Apparati elettrici               | 10        |
| <b>EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO</b> | <b>10</b> |
| Centralina                       | 30        |
| Paracadute di sicurezza          | 15        |

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.

#### 4.2.6 Abaco ascensori

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

**Tabella 8. Abaco ascensori**





## CARATTERISTICHE DEGLI ASCENSORI

| CODIFICA  | TIPOLOGIA | ALIM.NE ELETTRICA | PIANO EVAC.NE | DISLIVELLO (*) /<br>NUMERO FERMATE |
|-----------|-----------|-------------------|---------------|------------------------------------|
| AS-AE     | EMERGENZA | SINGOLA           | STRADA (**)   | 7.74 m / 2                         |
| AS-AB-1-D | EMERGENZA | SINGOLA           | ATRIO         | 17.55 m / 4                        |
| AS-AB-1-S | EMERGENZA | SINGOLA           | ATRIO         | 17.55 m / 4                        |
| AS-AB-2-D | EMERGENZA | SINGOLA           | ATRIO         | 17.55 m / 4                        |
| AS-AB-2-S | EMERGENZA | SINGOLA           | ATRIO         | 17.55 m / 4                        |

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

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

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:


Tabella 9. Abaco ascensori da Prevenzione Incendi

| Stazione SPO Politecnico     |   |  |                    |                 |                       |                       |                              |                              |
|------------------------------|---|--|--------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Tipologia stazione           | S4L   |  |                    |                 |                       |                       |                              |                              |
| Classificazione stazione     | profonda                                      |  |                    |                 |                       |                       |                              |                              |
| Quota atrio (m)              | -7,74   |  |                    |                 |                       |                       |                              |                              |
| Quota banchina superiore     | -25,29  |  |                    |                 |                       |                       |                              |                              |
| 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 (AS-AB-2-D) | X   |  |                    | X               | X                     | X                     | X                            | N.A.                         |
| Ascensore 2: AE2 (AS-AB-2-S) | X   |  |                    | X               | X                     | X                     | X                            | N.A.                         |
| Ascensore 3: AE3 (AS-AB-1-D) | X   |  |                    | X               | X                     | X                     | X                            | N.A.                         |
| Ascensore 4: AE4 (AS-AB-1-S) | X   |  |                    | X               | X                     | X                     | X                            | N.A.                         |
| Ascensore 5: AE5 (AS-AE)     | X   |  | X                  | X               |                       |                       |                              | N.A.                         |

## 4.2.7 Caratteristiche antincendio dei materiali

Al fine di ridurre le possibilità di incendio, nella proposta tecnica si dovranno indicare le prescrizioni minime previste nella realizzazione delle apparecchiature; in particolare si precisa che i componenti non metallici dell'ascensore, a titolo di esempio:

- cavi;
- corpi illuminanti;
- cassette di derivazione;
- tubazioni;

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- pannelli in materiale plastico;
- controsoffitto cabina;
- rivestimenti;
- superfici verniciate.

devono essere sottoposti a certificazione per il tipo di materiale impiegato secondo la normativa vigente relativamente a:

- classe di reazione al fuoco pari ad 1 (da intendersi come valore minimo);
- analisi sulla opacità, tossicità e corrosività dei fumi per i cavi.


#### **4.2.8 Caratteristiche tecniche**

Si richiamano a seguire le caratteristiche salienti richieste alle scale mobili di stazione; per una più dettagliata definizione delle stesse, nonché per le ulteriori caratteristiche prestazionali richieste si rimanda agli elaborati di specifiche tecniche e alle voci di elenco prezzi.


##### *4.2.8.1 Caratteristiche Generali*

Tipo di ascensore (sulla base della tabella relativa alla tipologia) con le seguenti caratteristiche generali:

- Portata di riferimento 1.050 kg con capienza di 14 persone;
- Corsa e numero fermate, variabile a seconda della tipologia di ascensore e della stazione in riferimento all'abaco;
- Dimensione vano in riferimento alle dimensioni minime di cabina ed ai requisiti architettonici (larghezza 1,20 m, profondità 2,10 m, altezza interna di cabina 2,15 m – superficie utile non superiore a 2,50 mq);
- Dispositivi di sicurezza in ottemperanza alla regola tecnica;
- Presenza di dissuasori nei vani di corsa, ai fini della sicurezza in fase di manutenzione;
- Vano di corsa interno alla stazione realizzato in cemento armato;
- Torrino ascensore esterno alla stazione progettato in acciaio e vetro ai sensi della "Carta dell'Architettura", con caratteristiche connesse allo smaltimento del calore ed alla protezione dall'irraggiamento come: vetratura con idoneo fattore solare (g), soffitto coibentato (in lana minerale o equivalente), aperture di ventilazione.
- Connessione impianto di drenaggio delle fosse ascensore;
- Alimentazione elettrica trifase 400V-50 Hz;
- Quadro di manovra di tipo statico racchiuso in adeguato armadio metallico, generalmente ubicato al piano atrio, all'interno della struttura contenente le porte di piano;
- Azionamento elettrici a cinghie piatte, in corrente alternata a frequenza e tensione variabili con controllo digitale;

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Inserzioni orarie 90;
- Rapporto di intermittenza 40%;
- Manovra automatica a pulsanti;
- Autodiagnostica a microprocessore;
- Ritorno automatico in caso di incendio al piano di evacuazione stabilito nello scenario di riferimento con apertura automatica delle porte;
- Segnalazioni luminose ai piani: occupato, fuori servizio, allarme ricevuto;
- Segnalazioni luminose in cabina: posizione e direzione, sovraccarico, allarme inviato;
- Segnalazioni acustiche per cabina al piano;
- Impianto citofonico in coordinamento con la progettazione degli impianti di Sistema incorporato nel pannello di controllo di cabina e collegato con il Posto Centrale di Controllo, in ottemperanza al requisito di collegamento bidirezionale in relazione al presidio per ogni singolo ascensore operativo 24 h su 24, realizzato in conformità alla EN 81-28 dotato di dispositivo di test periodico di funzionamento;
- Impianto citofonico in coordinamento con la progettazione degli impianti di Sistema presente nel fondo fossa e nella testata di cabina e collegato con il Posto Centrale di Controllo, in ottemperanza al requisito di collegamento bidirezionale in relazione alle operazioni di manutenzione per ogni singolo ascensore operativo 24 h su 24, realizzato in conformità alla UNI EN 81-28 dotato di dispositivo di test periodico di funzionamento;
- Anello induttivo di ausilio alla comunicazione per le persone con ridotta capacità uditiva ai sensi della UNI EN 81-70 par. 5.4.4.3 – el. C e UNI EN 81.28 par. 4.1.4. Tale apparato al fine di ottenere un'amplificazione supplementare nella cabina delle comunicazioni inviate dal Posto Centrale di Controllo;
- Quadro ascensore con presa telefonica RJ45 UTP cat. 5;
- Porte di cabina ascensore esterno automatiche con apertura telescopica a due pannelli scorrevoli con caratteristiche e finiture definite ai sensi della "Carta dell'Architettura", in acciaio inox antigraffio e cristallo di sicurezza (singolarmente marchiati e con dicitura "laminated");
- Porte di piano ascensore esterno automatiche del tipo e apparecchiature stagne con apertura telescopica a due pannelli scorrevoli con caratteristiche e finiture definite ai sensi della "Carta dell'Architettura", in acciaio inox antigraffio e cristallo di sicurezza (singolarmente marchiati e con dicitura "laminated");
- Pareti di cabina ascensore esterno con caratteristiche e finiture definite ai sensi della "Carta dell'Architettura", con pannelli verticali in cristallo di sicurezza (singolarmente marchiati e con dicitura "laminated") e telaio in acciaio antigraffio.
- Porte di cabina ascensore interno con caratteristiche e finiture da definire in coordinamento con la progettazione architettonica;

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- Pareti di cabina ascensore interno pannelli in acciaio inossidabile antigraffio con caratteristiche e finiture da definire in coordinamento con la progettazione architettonica;
- Porte intermedie di soccorso, ove richiesto, con caratteristica REI 120;
- Pavimento di cabina in lamiera con caratteristiche e finiture in pietra o altro materiale da definire in coordinamento con la progettazione architettonica;
- Illuminazione 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.
- Sistema illuminazione del vano di corsa;
- Bottoniere: 2 ad ogni piano di estremità e 2 per cabina (una delle quali con pulsanti XL e baricentro ad H90) con comandi posti ad un'altezza  $0,90 \div 1,40$  dal piano di calpestio, dotate di segnalazioni in alfabeto braille;
- Scaletta lungo il vano di corsa, ove richiesto;
- Portali, stipiti, laterali, architravi con finitura adeguata alle porte di piano.

#### 4.2.8.2 Caratteristiche di esercizio


Ogni ascensore avrà un funzionamento correlato all'esercizio della stazione, saranno quindi previsti in via generale (da confermare nelle successive fasi di progettazione):

- Attivazione all'inizio del servizio;
- Disattivazione a fine servizio;
- Utilizzo continuo giornaliero suddiviso in due periodi di 2 ore, uno al mattino (ora di punta) ed uno alla sera (ora di punta);
- Servizio intermittente giornaliero di 16 ore.

Ogni ascensore dovrà costituire un'unità autonoma composta, oltre da quanto già descritto, sommariamente anche da quanto richiamato a seguire.

#### 4.2.8.3 Macchina di sollevamento

- Macchina di sollevamento composta da motore elettrico sincrono a magneti permanenti, con traferro radiale per la massima efficienza elettrica ( $85 \div 90$  %) garantendo il minimo consumo energetico, equipaggiato con opportuna protezione termica. Sull'albero motore sarà applicato un Encoder digitale (lettore ottico) per il controllo del profilo della velocità e della posizione cabina; coassiale con la puleggia di frizione.
- raddrizzatore completo di inverter per la conversione della corrente di rete e per il controllo della tensione e della frequenza.

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

- freno a disco elettromagnetico che non richiede manutenzione e che entra in funzione quando la cabina è ferma al piano.

#### 4.2.8.4 Impianti elettrici


- Impianti elettrici protetti da interruttore automatico magnetotermico e differenziale, secondo CEI 64-8.
- I collegamenti mobili con la cabina da realizzare con cavi flessibili aventi grado di isolamento "3" delle norme CEI-UNEL.
- I collegamenti fissi da realizzare con conduttori isolati, posati lungo il vano di corsa entro apposite canalizzazioni di lamiera zincata e piegata. Tali canalizzazioni, dotate di coperchi asportabili in modo da rendere facile l'ispezione e la manutenzione, costituiscono una sicura protezione contro i contatti accidentali ed un efficace schermo contro i disturbi radiotelevisivi causati dalle extracorrenti propagantesi lungo le linee elettriche.
- Le linee elettriche e cavi flessibili di tipo seriale, per il collegamento di tutte le apparecchiature installate nel vano, nel locale centralina e nella cabina, con dimensioni e isolamento rispondenti alle norme CEI-CENELEC.
- Le linee elettriche in alimentazione alle macchine considerate per la condizione di esodo ai sensi del DM. 21/10/2015 (Capo VII.2) risponderanno ai valori ed alle caratteristiche prescritte nelle norme CEI 20-45 ed ai seguenti requisiti: cavi non propaganti l'incendio (norme CEI EN 60332.3-24); emissione zero di gas alogeni (norme CEI EN 50267-2-1); indice di tossicità dei fumi max 1,5 (norme CEI 20-37/4-0); indice di opacità dei fumi max 0,5 (CEI EN 61034-2, CEI EN 20-37-1); classificazione B2ca secondo regolamento CPR. La tensione di lavoro  $U_o/U$  sarà di 450/750 V per le linee di controllo e comando e di 600/1000 V per le linee di potenza del motore. Tutti i cavi e le linee elettriche saranno adeguatamente fissati alla struttura reticolare dell'elevatore, in modo da evitare contatti con parti in movimento. Il grado di protezione degli interruttori delle linee elettriche sarà di IP65.

NB: per ogni stazione dovrà essere fornito un sistema di batterie aggiuntivo per il funzionamento della manovra di riporto al piano manuale, nel caso di guasto del sistema principale.

## 5. ALLEGATI


Gli allegati al presente elaborato sono organizzati nei seguenti documenti:

- Allegato: Dimensionamento delle vie cavi

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

## **ALLEGATO**

### **DIMENSIONAMENTO DELLE VIE CAVI**

|   |   |
|---|---|
|  <b>CITTA' DI TORINO</b> | <b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:<br/>Politecnico – Rebaudengo</b> |
| Impianto Elettrico - Relazione Tecnica  | MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2   |

## PREMESSA

Il presente allegato intende illustrare i risultati di calcolo e dimensionamento delle vie cavi a servizio delle linee BT; queste vie cavi, come già descritto in relazione, risultano differenziate in ragione della rete di appartenenza:

- reti "PO" ed "NO": canaline normali nelle quali sono posati cavi di tipo ordinario, ad es. tipo FG18OM16, senza specifiche garanzie di mantenimento funzionale;
- reti "PE": canaline a "mantenimento funzionale" nelle quali sono posati cavi Resistenti al Fuoco (RF), ad es. tipo FTG18OM16, che garantiscono il mantenimento funzionale per tipologia di costruzione o di posa (ad es. canaline normali posate a pavimento);
- reti "NB" ed "LS": le linee relative alle reti "NB" ed "LS" saranno generalmente posate entro vie cavi indipendenti da quelli delle reti "PE", ancorché di tipologia analoga.

Si evidenzia che il dimensionamento delle canalizzazioni è stato condotto puntualmente nel rispetto dei criteri di riempimento dettati dalle norme tecniche, con particolare riferimento alla norma CEI 64-8, e con l'ausilio di fogli di calcolo che hanno consentito di verificare il corretto riempimento dei diversi tratti di canalina; nel seguito del presente allegato vengono sommariamente richiamate le modalità di applicazione dei criteri normativi che sono stati applicati in modo analitico a tutti i tratti di canalizzazioni da dimensionare, riportando poi i risultati ottenuti con particolare riferimento ai tratti più critici.

Nelle pagine che seguono sono riportate le planimetrie con indicazione della codifica dei diversi tratti di canalizzazioni che risulta poi riportata anche nelle tabelle di calcolo.

## SIGLE ED ABBREVIAZIONI

Il significato delle principali sigle utilizzate nelle tabelle di dimensionamento è riportato a seguire:

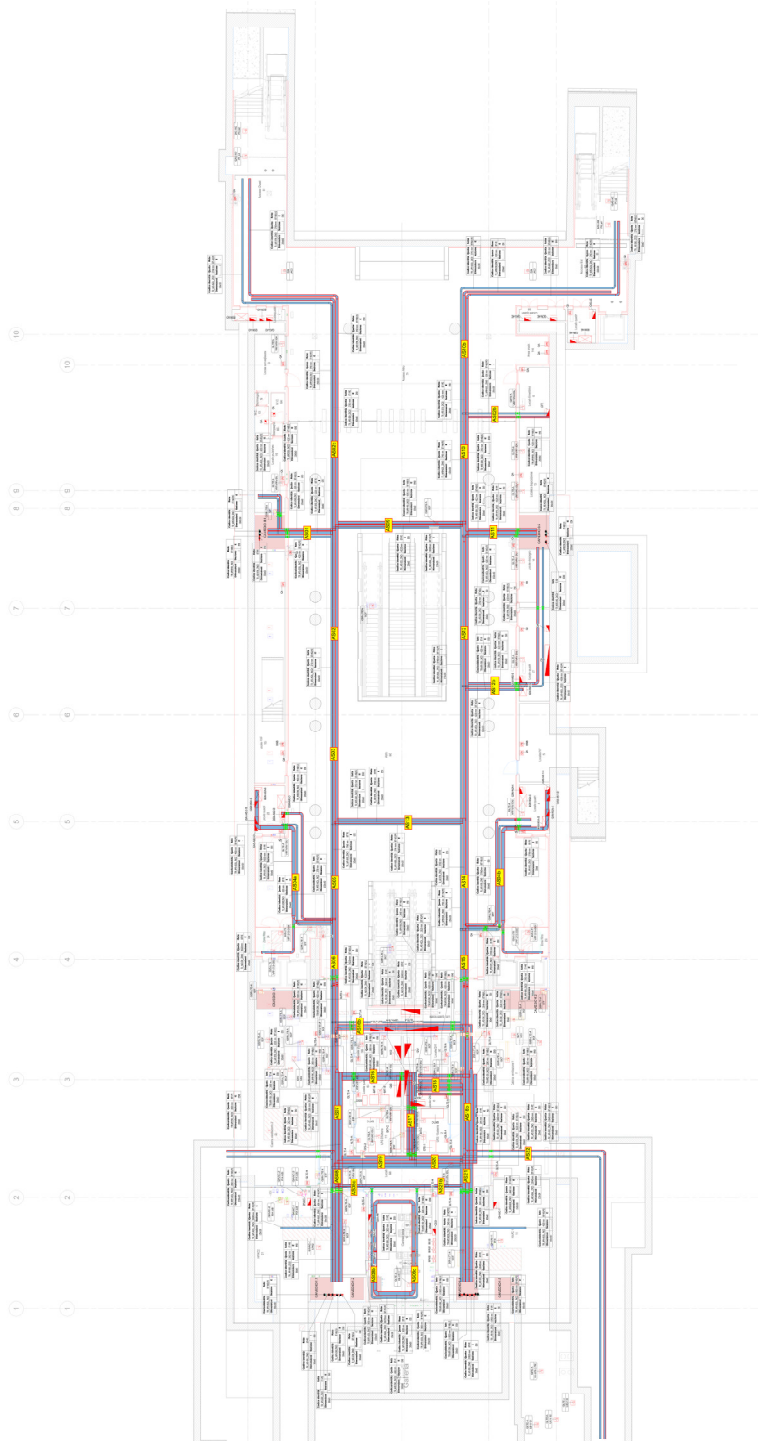
- LINEE: si tratta della codifica dell'utenza così come indicata negli schemi dei quadri elettrici, a cui si rimanda circa i dettagli della tipologia e formazione della linea stessa.
- utenza LINEA: si tratta di una descrizione sommaria dell'utenza alimentata dalla linea specifica; si rimanda agli schemi dei quadri elettrici per ulteriori dettagli in merito.
- sez. lorda LINEA: si tratta della sezione complessiva (in mm<sup>2</sup>) dell'intera linea considerata, ricavata sommando le sezioni rette di tutti i diversi conduttori isolati che formano la linea stessa (si rimanda agli schemi dei quadri elettrici per ulteriori dettagli su tipologia e formazione dei cavi).
- peso LINEA: si tratta del peso unitario complessivo (in kg/m) dell'intera linea considerata, ricavato sommando i pesi unitari di tutti i diversi conduttori isolati che formano la linea stessa (si rimanda agli schemi dei quadri elettrici per ulteriori dettagli su tipologia e formazione dei cavi).





- Sigla tratto canalizzazione: ogni colonna successiva della tabella è riferita ad un tratto di canalizzazione soggetto a dimensionamento (la sigla identifica in modo univoco il singolo tratto e la prima lettera rappresenta tipicamente il piano di posa: es. A=Atrio, M1=Primo Mezzanino, B=Banchina, SB=SottoBanchina, ecc., mentre la seconda lettera rappresenta indicativamente l'altezza di posa: es. S=Soffitto o prossimità del solaio superiore, P=Pavimento o prossimità del solaio inferiore); nella colonna viene riportato il "numero di volte" (tipicamente 1) in cui una determinata linea percorre lo specifico tratto di canalizzazione (cella vuota = quella linea non transita nel tratto di canalizzazione considerato).
- SEZ. TOT.: si tratta della sezione complessiva TOTALE (in mm<sup>2</sup>) di tutte le linee che transitano nello specifico tratto di canalizzazione soggetto a dimensionamento, ricavata sommando le sezioni rette di tutte le linee in transito (somma quindi delle diverse "sez. lorda LINEA" individuate nella specifica colonna).
- SEZ. MIN.: secondo le indicazioni normative, si tratta del doppio della sezione complessiva TOTALE di cui il punto precedente, da considerare come la sezione MINIMA (in mm<sup>2</sup>) necessaria a posare correttamente tutte le linee che transitano nello specifico tratto di canalizzazione soggetto a dimensionamento.
- N.° CANALI / altezza / LARGH. COMM.: si tratta rispettivamente del numero / dell'altezza (in mm) / della larghezza commerciale (in mm) dei canali con il quale si intende realizzare la sezione complessiva MINIMA necessaria.
- SEZ. EFF.: si tratta della sezione EFFETTIVA disponibile (in mm<sup>2</sup>) a seguito della combinazione dei parametri di cui al punto precedente.
- SCORTA EFF.: si tratta della scorta EFFETTIVA, in termini di spazio ulteriormente a disposizione, calcolata rapportando la sezione EFFETTIVA disponibile con la sezione MINIMA necessaria.
- peso TOT per canale: si tratta del peso unitario complessivo TOTALE (in kg/m) di tutte le linee che transitano nello specifico tratto di canalizzazione soggetto a dimensionamento, ricavato sommando i pesi unitari di tutte le linee in transito (somma quindi dei diversi "peso LINEA" individuati nella specifica colonna) e suddividendolo per il numero di canali previsti nello stesso tratto (vedi sopra).
- portata effettiva canale: si tratta della portata unitaria EFFETTIVA sopportabile da ciascun canale (in kg/m).
- SCORTA EFF.: si tratta della scorta EFFETTIVA, in termini di peso ulteriormente sopportabile, calcolata rapportando la portata unitaria EFFETTIVA sopportabile con il peso unitario complessivo TOTALE assegnato al singolo canale.

Pianta Piano Atrio con codifica dei singoli tratti di canalizzazione



**Tabelle Piano Atrio con verifica dimensionamento dei tratti di canalizzazione più critici**

| Verifica dimensionamento Canali PE |                   |                  |            | Piano Atrio |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|------------------------------------|-------------------|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| LINEE                              | utenza LINEA      | sez. lorda LINEA | peso LINEA | AS01 (PE)   | AS02 (PE)   | AS02c (PE)  | AS04a (PE)  | AS08 (PE)   | AS08b (PE)  | AS11 (PE)   | AS12 (PE)   | AS14 (PE)   | AS17 (PE)   | AS18 (PE)   | AS20 (PE)   | AS21 (PE)   |
| QGBT-1_C                           | QGBT-1_QGBT-2     | 12948,5          | 41,1       |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P01                      | BPA1I             | 550,8            | 1,4        |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P02                      | BPAS1             | 2602,4           | 8,3        |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P03                      | QV 1              | 2253,0           | 7,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P04                      | QV3               | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P05                      | QWM - LINEA 1     | 1249,2           | 3,5        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P06                      | QV5-LTS - LINEA 1 | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P07                      | QBG-1             | 983,5            | 2,7        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P08                      | QLA-B-1           | 629,0            | 1,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P09                      | QSM-AE            | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P10                      | QAS-AE            | 665,8            | 1,6        |             |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P11                      | QAS-AB-2-S        | 665,8            | 1,6        |             |             |             | 2           |             |             | 1           | 1           |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P12                      | QAS-AB-1-D        | 665,8            | 1,6        |             |             |             |             |             |             | 1           | 1           | 1           |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P13                      | QSM-AM2-D         | 769,4            | 2,0        |             |             |             | 1           |             |             | 1           | 1           |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P14                      | QSM-M2A-C         | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             | 1           | 1           | 1           |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P15                      | QSM-M2B-1         | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P16                      | QSM-BM2-1-D       | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P17                      | QSM-BM2-2-D       | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P18                      | AI CPS 1 E2       | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             | 1           |             | 1           |
| QGBT-1_PE.P19                      | AGLI UPS 1 E2     | 629,0            | 1,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-1_PE.P20                      | AGLI UPS 1 E2     | 629,0            | 1,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P01                      | BPA12             | 550,8            | 1,4        |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P02                      | BPAS2             | 2602,4           | 8,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P03                      | QV2               | 2253,0           | 7,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P04                      | QV4               | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P05                      | QWM - LINEA 2     | 1249,2           | 3,5        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P06                      | QV5-LTS - LINEA 2 | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P07                      | QBG-2             | 1249,2           | 3,5        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P08                      | QLA-B-2           | 629,0            | 1,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P09                      | QSM-AO            | 769,4            | 2,0        | 1           |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P10                      | QAS-AB-2-D        | 665,8            | 1,6        | 1           | 1           |             | 2           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P11                      | QAS-AB-1-S        | 665,8            | 1,6        | 1           | 1           |             |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P12                      | QSM-M2A-D         | 769,4            | 2,0        | 1           | 1           |             |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P13                      | QSM-M2A-S         | 769,4            | 2,0        | 1           | 1           |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P14                      | QSM-AM2-S         | 769,4            | 2,0        | 1           |             |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P15                      | QSM-M2B-2         | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P16                      | QSM-BM2-1-S       | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P17                      | QSM-BM2-2-S       | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P18                      | AI CPS 1 E2       | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | 1           | 1           | 1           |
| QGBT-2_PE.P19                      | AI CPS 1 E2       | 1561,3           | 4,6        |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | 1           | 1           | 1           |
| QGBT-2_PE.P20                      | AGLI UPS 1 E2     | 629,0            | 1,3        |             |             |             |             |             |             |             |             |             | 1           |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P21                      | AL SOCCORRITORELS | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |             |
| QGBT-2_PE.P22                      | AL SOCCORRITORELS | 769,4            | 2,0        |             |             |             |             | 1           |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>SEZ. TOT.</b>                   |                   |                  |            | 4409        | 2870        | 769         | 4202        | 3100        | 3704        | 4306        | 3640        | 2870        | 1561        | 3123        | 3123        | 1561        |
| <b>SEZ. MIN.</b>                   |                   |                  |            | 8818        | 5741        | 1539        | 8404        | 6200        | 7408        | 8611        | 7280        | 5741        | 3123        | 6245        | 6245        | 3123        |
| <b>N.° CANALI</b>                  |                   |                  |            | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>2,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  |
| altezza [mm]                       |                   |                  |            | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0        |
| <b>LARGH. COMM.</b>                |                   |                  |            | <b>300</b>  | <b>200</b>  | <b>200</b>  | <b>300</b>  | <b>200</b>  | <b>300</b>  | <b>300</b>  | <b>200</b>  | <b>200</b>  | <b>200</b>  | <b>200</b>  | <b>200</b>  | <b>200</b>  |
| <b>SEZ. EFF.</b>                   |                   |                  |            | 18000       | 12000       | 12000       | 18000       | 12000       | 18000       | 18000       | 12000       | 12000       | 24000       | 12000       | 12000       | 12000       |
| <b>SCORTA EFF.</b>                 |                   |                  |            | <b>104%</b> | <b>109%</b> | <b>680%</b> | <b>114%</b> | <b>94%</b>  | <b>143%</b> | <b>109%</b> | <b>65%</b>  | <b>109%</b> | <b>669%</b> | <b>92%</b>  | <b>92%</b>  | <b>284%</b> |
| peso TOT per canale [kg/m]         |                   |                  |            | 11,4        | 7,3         | 2,0         | 10,6        | 8,7         | 11,0        | 11,0        | 9,4         | 7,3         | 2,3         | 9,3         | 9,3         | 4,6         |
| portata effettiva canale [kg/m]    |                   |                  |            | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0        |
| <b>SCORTA EFF.</b>                 |                   |                  |            | <b>76%</b>  | <b>173%</b> | <b>883%</b> | <b>89%</b>  | <b>130%</b> | <b>81%</b>  | <b>82%</b>  | <b>114%</b> | <b>173%</b> | <b>763%</b> | <b>116%</b> | <b>116%</b> | <b>331%</b> |



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo

Impianto Elettrico - Relazione Tecnica

MTL2T1A2DIELSPOR001-0-2

Verifica dimensionamento Canali NB-LS

Piano Atrio

Table with columns: LINEE, utenza LINEA, sez. lorda LINEA, peso LINEA, AS04a (LS), AS06 (LS), AS08 (LS), AS15 (LS), AS16 (LS), AS16b (NB), AS18 (LS), AS18b (LS), AS20 (LS), AS21 (LS). Rows list various electrical circuits and their specifications.

## Verifica dimensionamento Canali NB-LS

## Piano Atrio

| LINEE                           | utenza LINEA       | sez. lorda LINEA | peso LINEA | Piano Atrio |             |            |             |            |             |             |             |            |            |   |   |  |   |  |  |   |
|---------------------------------|--------------------|------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|---|---|--|---|--|--|---|
|                                 |                    |                  |            | AS04a (LS)  | AS06 (LS)   | AS08 (LS)  | AS15 (LS)   | AS16 (LS)  | AS16b (NB)  | AS18 (LS)   | AS18b (LS)  | AS20 (LS)  | AS21 (LS)  |   |   |  |   |  |  |   |
| QNB_NB.P30                      | QAS-AB-1-D         | 243,3            | 0,5        |             |             |            | 1           |            |             |             | 1           |            |            |   |   |  |   |  |  |   |
| QNB_NB.P31                      | QAS-AB-1-S         | 243,3            | 0,5        |             |             |            | 1           |            |             |             | 1           |            |            |   |   |  |   |  |  |   |
| QNB_NB.P32                      | QAS-AB-2-D         | 243,3            | 0,5        | 1           | 1           |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P33                      | QAS-AB-2-S         | 243,3            | 0,5        | 1           | 1           |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P34                      | QSM-AO             | 243,3            | 0,5        |             |             | 1          |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P35                      | QSM-AE             | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P36                      | QSM-M2A-D          | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P37                      | QSM-M2A-C          | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P38                      | QSM-M2A-S          | 243,3            | 0,5        | 1           | 1           |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P39                      | QSM-AM2-D          | 243,3            | 0,5        | 1           | 1           |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P40                      | QSM-AM2-S          | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            | 1           |             |             |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P41                      | QSM-M2B-1          | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P42                      | QSM-BM2-1-D        | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P43                      | QSM-BM2-2-D        | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P44                      | QSM-M2B-2          | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P45                      | QSM-BM2-1-S        | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P46                      | QSM-BM2-2-S        | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P54                      | INCENDI - IRAI     | 243,3            | 0,5        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            | 1          | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P55                      | IMPIANTO IRAI      | 203,6            | 0,4        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            | 1          | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P56                      | ACCESSI            | 203,6            | 0,4        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            | 1          | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P57                      | ACCESSI UCAS 1     | 203,6            | 0,4        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            | 1          | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P58                      | ACCESSI UCAS 2     | 203,6            | 0,4        |             |             |            |             |            | 1           |             | 1           |            | 1          | 1 | 1 |  | 1 |  |  |   |
| QNB_NB.P59                      | QDUAS              | 283,5            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P60                      | PEF - QAPEF        | 283,5            | 0,5        |             |             |            |             |            |             |             | 1           |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P61                      | ZG - PRESE FM (NB) | 339,8            | 0,7        | 1           |             |            |             |            | 1           |             |             |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P62                      | PPO                | 838,3            | 2,3        |             |             |            |             | 1          |             |             |             |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P63                      | PCB                | 665,1            | 1,6        |             |             |            |             |            |             |             |             |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P64                      | PPO                | 456,2            | 1,0        |             |             |            |             | 1          |             |             |             |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QNB_NB.P65                      | PCB                | 456,2            | 1,0        |             |             |            |             |            |             |             |             |            |            | 1 | 1 |  | 1 |  |  | 1 |
| QBG-1_NB.S01                    | QPN-SB-1 (sez. NB) | 219,0            | 0,4        |             |             |            |             |            |             |             |             |            |            |   |   |  |   |  |  |   |
| QBG-2_NB.S01                    | QPN-SB-2 (sez. NB) | 219,0            | 0,4        |             |             |            |             |            |             |             |             |            |            |   |   |  |   |  |  |   |
| <b>SEZ. TOT.</b>                |                    |                  |            | 1492        | 3903        | 10773      | 7798        | 11851      | 6396        | 17353       | 12778       | 11273      | 11221      |   |   |  |   |  |  |   |
| <b>SEZ. MIN.</b>                |                    |                  |            | 2984        | 7805        | 21546      | 15595       | 23703      | 12793       | 34705       | 25557       | 22546      | 22442      |   |   |  |   |  |  |   |
| <b>N.° CANALI</b>               |                    |                  |            | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>2,0</b> | <b>2,0</b>  | <b>2,0</b> | <b>2,0</b>  | <b>4,0</b>  | <b>3,0</b>  | <b>2,0</b> | <b>2,0</b> |   |   |  |   |  |  |   |
| altezza [mm]                    |                    |                  |            | 60,0        | 60,0        | 60,0       | 60,0        | 60,0       | 60,0        | 60,0        | 60,0        | 60,0       | 60,0       |   |   |  |   |  |  |   |
| <b>LARGH. COMM.</b>             |                    |                  |            | <b>200</b>  | <b>200</b>  | <b>300</b> | <b>200</b>  | <b>300</b> | <b>200</b>  | <b>300</b>  | <b>300</b>  | <b>300</b> | <b>300</b> |   |   |  |   |  |  |   |
| SEZ. EFF.                       |                    |                  |            | 12000       | 12000       | 36000      | 24000       | 36000      | 24000       | 72000       | 54000       | 36000      | 36000      |   |   |  |   |  |  |   |
| <b>SCORTA EFF.</b>              |                    |                  |            | <b>302%</b> | <b>54%</b>  | <b>67%</b> | <b>54%</b>  | <b>52%</b> | <b>88%</b>  | <b>107%</b> | <b>111%</b> | <b>60%</b> | <b>60%</b> |   |   |  |   |  |  |   |
| peso TOT per canale [kg/m]      |                    |                  |            | 2,9         | 7,2         | 10,9       | 7,5         | 11,0       | 6,0         | 8,9         | 8,8         | 11,2       | 11,1       |   |   |  |   |  |  |   |
| portata effettiva canale [kg/m] |                    |                  |            | 20,0        | 20,0        | 20,0       | 20,0        | 20,0       | 20,0        | 20,0        | 20,0        | 20,0       | 20,0       |   |   |  |   |  |  |   |
| <b>SCORTA EFF.</b>              |                    |                  |            | <b>600%</b> | <b>177%</b> | <b>84%</b> | <b>166%</b> | <b>81%</b> | <b>234%</b> | <b>126%</b> | <b>128%</b> | <b>78%</b> | <b>81%</b> |   |   |  |   |  |  |   |





| Verifica dimensionamento Canali PO-NO |                   |                  |            | Piano Atrio |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
|---------------------------------------|-------------------|------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| LINEE                                 | utenza LINEA      | sez. lorda LINEA | peso LINEA | AS01 (PO)   | AS02 (PO)    | AS05 (PO)    | AS08 (PO)    | AS10 (PO)    | AS12b (PO)  | AS15 (PO)   | AS16b (PO)  | AS18b (PO)   | AS21 (PO)    | AS21b (PO)   | AS22 (PO)    |
| QGBT-1_PO.P00                         | Rifasamento       | 2607,6           | 8,8        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_PO.P01                         | QA (SEZ. PRIV.)   | 906,2            | 2,5        |             |              |              |              |              | 1           |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_PO.P03                         | QD-UAS1           | 467,6            | 1,1        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_PO.P04                         | QCCAC11/A         | 608,2            | 1,5        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_NO.P01                         | QA (SEZ. NORMALE) | 1214,4           | 3,4        |             |              |              |              |              | 1           |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_NO.P02                         | OLTE-M            | 608,2            | 1,5        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_NO.P03                         | OLTS-M            | 1214,4           | 3,4        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_NO.P04                         | QHVAC-1           | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              | 1            |              | 1            |
| QGBT-1_NO.P05                         | QHVAC-3           | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-1_NO.P06                         | QFDC1             | 5215,3           | 17,6       |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_PO.P00                         | Rifasamento       | 2607,6           | 8,8        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_PO.P01                         | QM                | 608,2            | 1,5        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_PO.P02                         | QAG-SB            | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_PO.P03                         | QAEF              | 467,6            | 1,1        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_PO.P04                         | QD-UAS2           | 467,6            | 1,1        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_PO.P05                         | QCCAC11/B         | 608,2            | 1,5        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_NO.P01                         | QTE               | 467,6            | 1,1        | 1           |              |              |              | 1            |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_NO.P02                         | OLTE-A            | 906,2            | 2,5        | 1           | 1            | 1            |              |              |             | 1           | 1           |              |              |              |              |
| QGBT-2_NO.P03                         | QHVAC-2           | 748,1            | 2,0        |             |              |              | 1            |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_NO.P04                         | QHVAC-4           | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QGBT-2_NO.P05                         | QFDC2             | 4066,4           | 13,0       |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QA_PO.S01                             | QAG-AO            | 339,8            | 0,6        |             |              |              |              |              | 1           |             |             |              |              |              |              |
| QA_PO.S03                             | QCM-AO            | 289,5            | 0,5        |             |              |              |              |              | 1           |             |             |              |              |              |              |
| QA_PO.S02                             | QAG-AE            | 339,8            | 0,6        |             |              |              |              | 1            | 1           |             |             |              |              |              |              |
| QA_PO.S04                             | QCM-AE            | 289,5            | 0,5        |             |              |              |              | 1            | 1           |             |             |              |              |              |              |
| QLTE-A_NO.S01                         | BPJI              | 339,8            | 0,6        |             |              |              |              |              |             | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            |
| QLTE-A_NO.S02                         | BPJS              | 339,8            | 0,6        |             |              |              |              |              |             | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            |
| QLTE-A_NO.S03                         | BAG-AI            | 289,5            | 0,5        |             |              |              |              |              |             | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            |
| QHVAC-1_NO.S01                        | UNITA' TRAT. ARIA | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QHVAC-2_NO.S02                        | UNITA' TRAT. ARIA | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QHVAC-3_NO.S03                        | UNITA' TRAT. ARIA | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QHVAC-4_NO.S04                        | UNITA' TRAT. ARIA | 748,1            | 2,0        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QBG-1_PO.S00                          | QPN-SB-1          | 283,5            | 0,5        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| QBG-2_PO.S00                          | QPN-SB-2          | 283,5            | 0,5        |             |              |              |              |              |             |             |             |              |              |              |              |
| <b>SEZ. TOT.</b>                      |                   |                  |            | 1374        | 906          | 906          | 748          | 1097         | 2473        | 1875        | 1875        | 969          | 1717         | 969          | 748          |
| <b>SEZ. MIN.</b>                      |                   |                  |            | 2748        | 1812         | 1812         | 1496         | 2194         | 4946        | 3751        | 3751        | 1938         | 3434         | 1938         | 1496         |
| <b>N.° CANALI</b>                     |                   |                  |            | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>  | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   | <b>1,0</b>   |
| altezza [mm]                          |                   |                  |            | 100,0       | 100,0        | 100,0        | 100,0        | 100,0        | 100,0       | 100,0       | 100,0       | 100,0        | 100,0        | 100,0        | 100,0        |
| <b>LARGH. COMM.</b>                   |                   |                  |            | <b>150</b>  | <b>150</b>   | <b>150</b>   | <b>150</b>   | <b>150</b>   | <b>150</b>  | <b>150</b>  | <b>150</b>  | <b>150</b>   | <b>200</b>   | <b>150</b>   | <b>150</b>   |
| SEZ. EFF.                             |                   |                  |            | 15000       | 15000        | 15000        | 15000        | 15000        | 15000       | 15000       | 15000       | 15000        | 20000        | 15000        | 15000        |
| <b>SCORTA EFF.</b>                    |                   |                  |            | <b>446%</b> | <b>728%</b>  | <b>728%</b>  | <b>903%</b>  | <b>584%</b>  | <b>203%</b> | <b>300%</b> | <b>300%</b> | <b>674%</b>  | <b>482%</b>  | <b>674%</b>  | <b>903%</b>  |
| peso TOT per canale [kg/m]            |                   |                  |            | 3,6         | 2,5          | 2,5          | 2,0          | 2,1          | 5,5         | 4,1         | 4,1         | 1,6          | 3,6          | 1,6          | 2,0          |
| portata effettiva canale [kg/m]       |                   |                  |            | 36,0        | 36,0         | 36,0         | 36,0         | 36,0         | 36,0        | 36,0        | 36,0        | 36,0         | 43,0         | 36,0         | 36,0         |
| <b>SCORTA EFF.</b>                    |                   |                  |            | <b>889%</b> | <b>1329%</b> | <b>1329%</b> | <b>1742%</b> | <b>1576%</b> | <b>558%</b> | <b>774%</b> | <b>774%</b> | <b>2149%</b> | <b>1110%</b> | <b>2149%</b> | <b>1742%</b> |