

**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 generale: Politecnico - Rebaudengo**

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <span style="float: right;">INFRATRASPORTI S.r.l.</span>																			
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA																				
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	<b>INTERFACCIA OPERE CIVILI-SISTEMA SEGNALAMENTO/AUTOMAZIONE, TELECOMANDO, PORTE DI BANCHINA, TELECOMUNICAZIONI RELAZIONE TECNICA IMPIANTI DI BIGLIETTAZIONE E CONTROLLO VARCHI</b>																			
		ELABORATO									REV.		SCALA	DATA							
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi									MT	L2	T1	A0	D	SIS	GEN	R	004	0	1	-	15/09/2023

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	31/03/22	Vari	F. Azzarone	R. Crova	R. Crova
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	15/09/23	Vari	F. Azzarone	R. Crova	R. Crova
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 0</td> <td>CARTELLA</td> <td>13.4</td> <td>2</td> <td>MTL2T1A0D</td> <td>SISGENR004</td> </tr> </table>	LOTTO 0	CARTELLA	13.4	2	MTL2T1A0D	SISGENR004	<p align="center"><b>STAZIONE APPALTANTE</b></p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro</p>
LOTTO 0	CARTELLA	13.4	2	MTL2T1A0D	SISGENR004		

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi – Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## INDICE

<b>1.</b>	<b>DATI DI PROGETTO</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE LINEA 2</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>IMPIANTI PRESENTI IN STAZIONE</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>SPECIFICAZIONI GENERALI DEL SISTEMA</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI BIGLIETTAZIONE AUTOMATICA E CONTROLLO ACCESSI</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>COMPONENTI FONDAMENTALI</b>	<b>11</b>
<b>4.2</b>	<b>TITOLI DI VIAGGIO</b>	<b>12</b>
<b>4.3</b>	<b>FUNZIONALITÀ GENERALI DEL SISTEMA</b>	<b>14</b>
<b>4.4</b>	<b>MODULARITÀ ED ESPANDIBILITÀ</b>	<b>14</b>
4.4.1	SOTTOSISTEMI CENTRALI (GESTORE E AZIENDE TPL)	14
4.4.2	SOTTOSISTEMI REMOTI	14
4.4.3	SOTTOSISTEMI DI STAZIONE	15
4.4.4	SOTTOSISTEMA DI VENDITA	15
<b>5.</b>	<b>EMETTITRICI AUTOMATICHE</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>SICUREZZA</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO</b>	<b>17</b>
<b>6.</b>	<b>VALIDATRICI</b>	<b>18</b>
<b>6.1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>18</b>
<b>6.2</b>	<b>CONDIZIONI AMBIENTALI</b>	<b>18</b>
<b>7.</b>	<b>VARCHI CONTROLLO ACCESSI</b>	<b>19</b>
<b>7.1</b>	<b>VARCHI DI PASSAGGIO NORMALE (ENTRATA/USCITA)</b>	<b>19</b>
<b>7.2</b>	<b>VARCHI DI PASSAGGIO PER DISABILI</b>	<b>20</b>
<b>7.3</b>	<b>PREDISPOSIZIONI VARCHI DI PASSAGGIO NORMALE/DISABILE</b>	<b>20</b>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

<b>7.4</b>	<b>VARCHI DI PASSAGGIO IPOVEDENTI (ENTRATA/USCITA)</b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>RETE DI CONTROLLO E GESTIONE VARCHI ED EMETTITRICI</b>	<b>21</b>
<b>8.1</b>	<b>INTERFACCIA CON QUADRO QTE</b>	<b>21</b>
<b>8.2</b>	<b>CARATTERISTICHE SCAMBIO SISTEMA-CONCENTRATORE DI STAZIONE</b>	<b>21</b>
8.2.1	FUNZIONAMENTO IN CASO DI INCENDIO IN STAZIONE	22
8.2.2	FUNZIONA CHIUSURA VARCHI STAZIONE	23
<b>9.</b>	<b>DISPONIBILITÀ, AFFIDABILITÀ, MANUTENIBILITÀ</b>	<b>24</b>
<b>9.1</b>	<b>CALCOLO DEL TEMPO MEDIO TRA UN GUASTO ED IL SUCCESSIVO (MTBF: <i>MEAN TIME BETWEEN FAILURE</i>)</b>	<b>24</b>
9.1.1	STATI OPERATIVI MINIMI	24
9.1.2	MTBF DEI COMPONENTI IL SISTEMA	25
<b>10.</b>	<b>ADEGUAMENTI TECNOLOGI IN PROSPETTIVA</b>	<b>26</b>
<b>10.1</b>	<b>SCOPO DEL PARAGRAFO</b>	<b>26</b>
<b>10.2</b>	<b>LINEA GUIDA INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITS)</b>	<b>26</b>
<b>10.3</b>	<b>EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI BIGLIETTAZIONE</b>	<b>27</b>
<b>10.4</b>	<b>ANALISI DEI DATI</b>	<b>28</b>
<b>10.5</b>	<b>FLUSSO DELLE OPERAZIONI IN UN SISTEMA DI TICKETING AVANZATO</b>	<b>29</b>
<b>10.6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>30</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Corografia della Linea 2	6
Figura 2.	Keyplan della tratta Rebaudengo-Politecnico	7
Figura 3.	Schema sistema acquisizione dati in ambito ITS	29
Figura 4.	Processo di realizzazione del sistema Ticketing	30

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 1. DATI DI PROGETTO

### 1.1 Introduzione

La presente relazione si inserisce nell'ambito della documentazione relativa alla Progettazione Definitiva della Linea 2 della Metropolitana di Torino - tratta Politecnico-Rebaudengo e descrive il sistema di bigliettazione automatica e controllo degli accessi da prevedere nelle stazioni. Nei capitoli successivi verranno descritti:

- gli impianti presenti nella stazione;
- l'architettura generale del sistema di tariffazione e le tipologie di titoli di viaggio previste;
- le caratteristiche delle emettitrici;
- le caratteristiche dei varchi di passaggio e le loro predisposizioni;
- l'architettura del sistema di controllo per la diagnostica delle apparecchiature installate;
- le proiezioni tecnologiche potenzialmente disponibili al momento della messa in opera.

L'ipotesi di base è quella di dotare il sistema di accessi alla stazione della metropolitana attraverso:

- ❖ biglietti contactless (chip on paper),
- ❖ tessere di prossimità,
- ❖ smartphone;
- ❖ carte di pagamento (Visa, Mastercard, AMEX...);
- ❖ altro di futura implementazione.

Le suddette modalità di pagamento dovranno essere concertate con le scelte più generali della Città di Torino e il Gestore della Linea, attualmente non indicato. Infatti, l'ipotesi di base rimane la completa integrazione tariffaria nell'ambito di una gestione unitaria della bigliettazione del TPL torinese. Il sistema di scambio dati, previsto tra le apparecchiature principali, permette la completa gestione del sistema di bigliettazione e quindi la possibilità di elaborare statistiche, cambiare piani tariffari, etc.

### 1.2 Descrizione generale Linea 2

In esito agli sviluppi della progettazione PFTE e successivi aggiornamenti che hanno portato inoltre agli studi dei possibili prolungamenti, la lunghezza delle varie tratte funzionali prese in esame è approssimativamente di 20 km da Orbassano Centro a Rebaudengo e 17 km da Anselmetti a Pescarito, senza considerare i possibili rami di collegamento al deposito. La distanza commerciale (distanza tra le banchine delle stazioni di fine tratta) è circa 19,910 km da Orbassano Centro a Rebaudengo e 17,160 km da Anselmetti a Pescarito.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

Da Orbassano Centro a Rebaudengo sono presenti lungo la linea 28 stazioni e l'interstazione media è di 774 m. Infine da Anselmetti a Pescarito, ci sono 23 stazioni lungo la linea e l'interstazione media è di 803 m.

La linea presenta un bivio a nord della stazione Cimarosa/Tabacchi, da cui partono le diramazioni verso Rebaudengo e San Mauro, che formano la caratteristica configurazione ad "Y".

La Città di Torino, in data 28/10/2020 ha stipulato specifica convenzione con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che regola le modalità di erogazione del finanziamento di 828 milioni di Euro, assegnato dalla Legge Finanziaria e destinato alla progettazione definitiva della prima tratta funzionale Rebaudengo – Politecnico e alla realizzazione della sub-tratta Rebaudengo – Novara.

Con successivo Decreto n. 92 in data 20 aprile 2022 del Ministro per le Infrastrutture e la Mobilità Sostenibili, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, sono stati assegnati alla Città di Torino ulteriori 1.000 milioni di Euro per il completamento della tratta Rebaudengo – Politecnico, le cui modalità di erogazione saranno definite con successivo provvedimento della Direzione Generale per il trasporto pubblico locale e regionale e la mobilità pubblica sostenibile del MIMS.

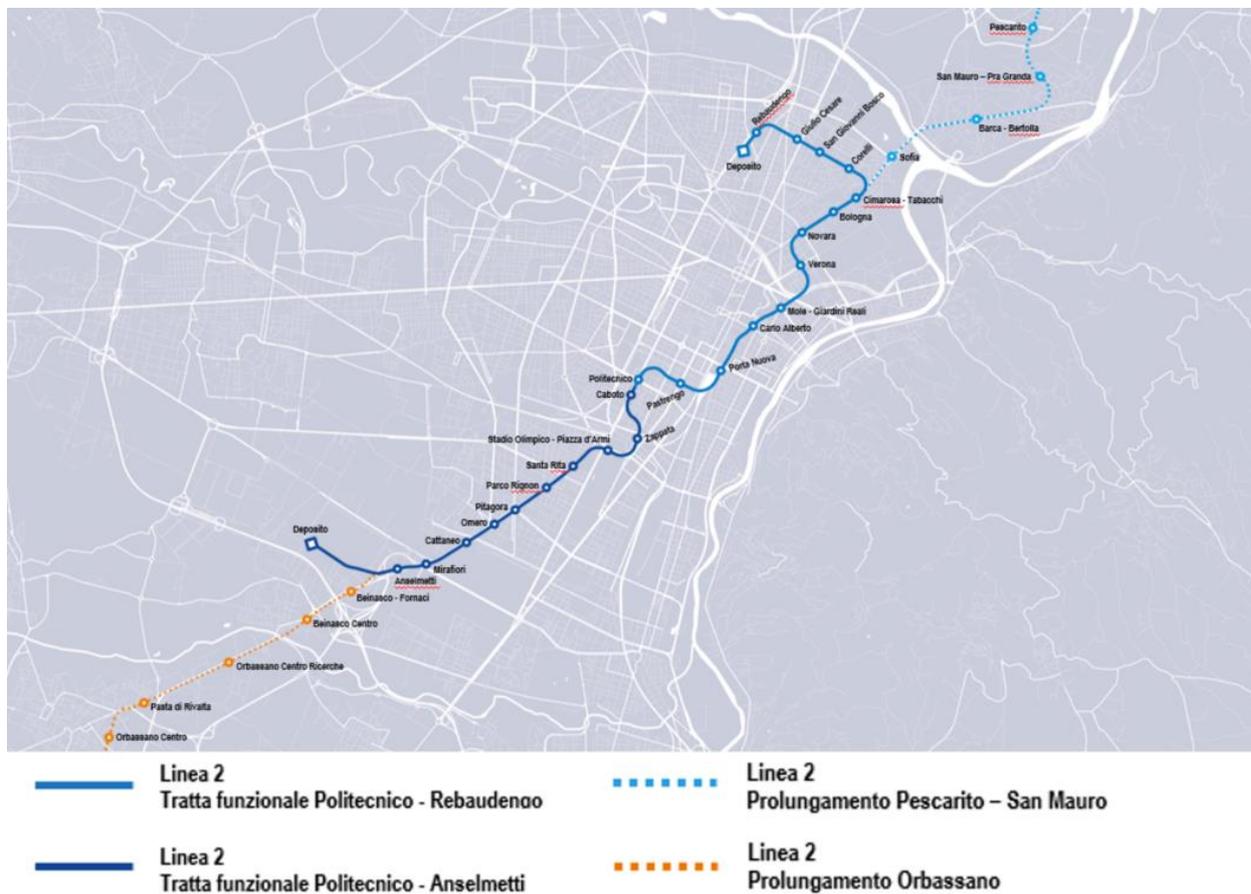


Figura 1. Corografia della Linea 2

La prima tratta prioritaria "Rebaudengo-Politecnico" dello sviluppo complessivo pari a circa 9,7km, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, prosegue lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione dove sono ubicate tre stazioni Giulio Cesare, S. Giovanni Bosco e Corelli. Da quest'ultima, il tracciato 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 una fermata 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 curvare in direzione sud per portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.



Figura 2. Keyplan della tratta Rebaudengo-Politecnico

La prima tratta funzionale è quindi costituita dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 13 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione
- 1 pozzo di ventilazione ad inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo
- 1 uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- 2 pozzi terminali provvisori, di cui uno a fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico e l'altro alla fine della galleria a foro cieco realizzata con metodo tradizionale.
- La galleria di linea è costituita da:
  - a. la galleria naturale a foro cieco realizzata con scavo tradizionale per una lunghezza complessiva di 570m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- Stazione Rebaudengo e da quest'ultima al pozzo terminale PT2 ubicato alla fine dello scavo a foro cieco e costituisce l'inizio della galleria artificiale;
- b. la galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 2.390m che collega il pozzo PT2 e le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;
  - c. la galleria naturale realizzata in scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Boring Machine) avente diametro di 10,00m, che andrà dal Pozzo Novara fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5.175m;
- il manufatto in retrostazione Rebaudengo, avente la funzione di deposito-officina, per la manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;
  - la predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.

Essendo previsto in questa fase della progettazione solo lo studio dell'interfaccia opere civili-sistema, la linea guida alla base del progetto funzionale è stata quella di stabilire una geometria delle stazioni, dei manufatti di linea e della galleria che potesse essere compatibile con tutti i principali sistemi di metropolitana presenti sul mercato.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Vengono qui di seguito riportate le principali norme che riguardano l'armamento:

- Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- Decreto Ministeriale 255 del 26 ottobre 2016.
- EN50155:2017 - Railway applications - Rolling stock - Electronic equipment.
- EN 50261:1999 - Railway applications - Mounting of electronic equipment.
- Decreto Ministeriale 381 del 10 settembre 1998 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibile con la salute umana" e "Decreto attuativo G. U. n°257, 3 novembre 1998.
- Decreto 18 maggio 1999 "Norme armonizzate in materia di compatibilità elettromagnetica" ai sensi della direttiva EMC 89/336/CEE.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

### 3. IMPIANTI PRESENTI IN STAZIONE

In questo capitolo viene riportata la descrizione funzionale del sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi. Esso sarà composto principalmente da:

- Emettitori di biglietti pluritariffa attrezzate non solo per pagamenti in monete e banconote, ma anche con lettori di carte di credito (contactless sia per carte di credito che smartphones) e con possibilità di ricaricare smart card;
- titoli di viaggio:
  - biglietti cartacei contactless;
  - tessere a microchip di prossimità (norma ISO 14443 1-2-3-4 A e B);
  - tramite smartphone e carte di pagamento;
  - QR-Code o futuri sistemi disponibili al momento della messa in servizio;
- varchi a flap o bandiera predisposti per validatrici in ingresso/uscita e con lettori dei titoli in ingresso/uscita (possibilità da attivare in caso di richiesta del gestore);
- lettori/validatrici dei titoli di viaggio; ogni varco sia ingresso che in uscita sarà predisposto con lettori/validatori di tutte le tipologie di titoli di viaggio;
- Si specifica che i varchi dovranno essere dotati di lettori di carte di credito/carte di pagamento in ingresso/uscita al fine di aggiornare il costo del titolo di viaggio qualora difforme da quello acquistato in ingresso (esempio ticket con tariffa variabile, a zona etc.);
- quadro tornelli-emettitori previsto in ogni stazione della linea; interfacciato con l'Unità di Unità Acquisizione di Sistema, prevista in ogni stazione;
- concentratore di stazione.

#### 3.1 Specificazioni generali del sistema

Di seguito una serie di specificazioni che dovranno essere oggetto di studio nel contesto della successiva fase di progetto da parte del Sistemista incaricato (in conformità al punto IV.9 del DM 21/10/2015).

Il numero dei varchi e la tipologia di utilizzo (ingresso/uscita) di apparecchiature previste nel progetto funzionale dovrà essere validato/confermato dal Sistemista a seconda della prestazione offerta dal proprio sistema e in relazione al numero dei passeggeri previsti unitamente alla disponibilità di spazio offerta presso la singola stazione di riferimento.

Il Sistema dovrà essere studiato e dimensionato in modo da rispondere alle seguenti esigenze prestazionali:

- corrispondere all'intera Linea 2 ivi comprese le possibili estensioni nord e sud;
- considerare la possibilità di ingresso di un ulteriore fornitore sui Lotti successivi alla tratta funzionale "Rebaudengo-Politecnico" garantendo l'interconnettività;
- consentire l'integrazione del sistema di bigliettazione con la Linea 1 della metropolitana come previsto nel progetto funzionale, con comunicazione in corrispondenza della Stazione Porta Nuova. L'integrazione prevede il passaggio diretto dei passeggeri dalla Linea 1 alla Linea 2

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

senza ulteriori controlli. Il contesto dell'integrazione dovrà avvenire reciprocamente anche sulla infrastruttura di bigliettazione attuale della Linea 1 per consentire il flusso dei passeggeri anche nel senso inverso (l'infrastruttura di comunicazione della Linea 1 è in carico all'attuale gestore che dovrà garantire l'interconnettività con la rete esistente su L1);

- consentire il controllo della validazione anche in uscita (con l'eccezione delle condizioni di emergenza) se richiesto dal gestore; consentire il rilievo statistico degli ingressi e delle uscite in modo da identificare i flussi in ciascuna stazione della L2, identificando -per specifici periodi temporali – la tipologia di prodotto/titolo utilizzato per l'accesso alla metro.

In prospettiva nell'ambito del periodo di messa in opera potranno essere integrate, qualora disponibili, opportune tecnologie atte a migliorare le capacità del sistema verso nuovi sviluppi tecnologici come la Data Analysis e la conversione digitale. Tali azioni dovranno essere valutate e concordate con la Stazione Appaltante.

## 4. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI BIGLIETTAZIONE AUTOMATICA E CONTROLLO ACCESSI

L'architettura del sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi è descritta nell'ordine con riferimento ai seguenti punti:

- componenti fondamentali;
- titoli di viaggio: biglietti contactless, tessere di prossimità, smartphone e carte di pagamento contactless;
- funzionalità generali del sistema;
- modularità ed espandibilità del sistema;
- tecnologie eventuali disponibili al momento della messa in opera.

### 4.1 Componenti fondamentali

Il sistema di bigliettazione prevede:

- le apparecchiature per il controllo accessi;
- il software ed i dispositivi per la gestione;
- i titoli di viaggio e le attrezzature per la loro emissione e ricarica a terra;
- i sistemi di verifica antifrode.

Il sistema deve essere aperto ad espansioni future per la gestione dell'integrazione tariffaria regionale tra più operatori distinti.

Il sistema è costituito da:

- sottosistema di Controllo e Gestione Aziendale (CGA);
- un unico livello superiore interaziendale, costituito dal Sistema Centrale di Controllo ed Elaborazione dei Dati di bigliettazione (CED) con funzioni di controllo e definizione dei

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

parametri di tariffazione integrata, raccolta dei dati relativi alle transazioni seguite dai singoli Sottosistemi di Controllo e Gestione Aziendale (emissione, ricarica, validazione, controllo dei titoli di viaggio), elaborazione e ripartizione degli introiti (clearing) sulla base delle validazioni (consumo) registrate;

- un Sottosistema di Monitoraggio e Gestione (SMG) che permette il controllo in tempo reale della situazione degli apparati installati nelle stazioni;
- Sottosistema di Stazione, costituito da:
  - Sottosistema Concentratore di Stazione (CS);
  - Sottosistema di Validazione.
- Sottosistema di vendita;
- Connessione al Sottosistema di controllo di stazione/PCC.

I parametri del Sottosistema di Controllo e Gestione Aziendale relativi alla tariffazione, alla rete (zone) ed alla definizione dei titoli di viaggio (contratti) sono definiti nel Sistema Centrale di Controllo ed Elaborazione dei Dati (CED).

N.B. L'architettura descritta nel presente capitolo si riferisce unicamente al sistema di tariffazione; la gestione degli allarmi e la configurazione dei varchi di ingresso e di uscita (diagnostica del sistema) è invece descritta al capitolo 6.

## 4.2 Titoli di viaggio

Dal punto di vista del loro utilizzo, si sono identificati e classificati tutti i titoli di viaggio in due principali tipologie:

- titoli occasionali;
- titoli periodici.

I titoli con utilizzo occasionale sono impiegati per il singolo viaggio e destinati ad essere "gettati via dopo l'uso"; tali titoli di viaggio sono anche chiamati "usa e getta o monouso". In considerazione dell'eventuale ammortamento del loro costo, i titoli monouso possono essere anche utilizzati più volte ed essere impiegati come titoli multiuso (carnet), con una limitazione di validità all'interno del sistema di bigliettazione.

I titoli con utilizzo periodico sono indirizzati ad utenti che fruiscono periodicamente del servizio di trasporto pubblico.

I titoli di viaggio da prevedere sono:

- biglietti cartacei contactless (chip on paper);

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- tessere a microchip di prossimità (smart card conformi a tutte le direttive della norma ISO);
- tramite smartphone;
- Tramite carte di pagamento contactless.

Le tessere microchip di prossimità permettono di registrare diverse informazioni tra cui, particolarmente utilizzate per l'applicazione trasporto:

- un profilo utente: questo profilo, la cui durata di validità è limitata, dà accesso ad una lista di contratti di trasporto. La registrazione del profilo è realizzata al momento della personalizzazione della carta;
- uno o più contratti di trasporto: questi contratti permettono l'effettivo utilizzo della tessera microchip di prossimità sui mezzi di trasporto pubblico.

#### SEAMLESS TICKETING

Seamless travelling implica la possibilità di viaggiare senza interruzioni significative tra diversi modi di trasporto; è implicito quindi che i servizi di trasporto di una certa area sono integrati e coordinati tra di loro. La metro potrebbe essere uno di questi servizi di trasporto. Il seamless ticketing potrebbe essere implementato con la carta BIP.

#### PROGETTO BIP

Il Gruppo Torinese Trasporti - GTT, Gestore della Linea 1 della Metropolitana, ha avviato la realizzazione del Progetto BIP "Biglietto Integrato Piemonte", finanziato dalla Regione Piemonte.

Il BIP è il sistema di bigliettazione elettronica della Regione Piemonte che consente agli utenti in possesso di una carta BIP di accedere in modo semplificato ai diversi servizi di mobilità attivi sul territorio regionale.

La Regione ha definito l'architettura complessiva del BIP, individuato la struttura organizzativa e gestionale e adottato le direttive e le specifiche tecniche e di servizio a cui ogni operatore di trasporto pubblico attivo in Piemonte deve attenersi; ST è l'azienda responsabile del coordinamento e della gestione tecnica e operativa del sistema.

Il Gruppo Torinese Trasporti - GTT, nell'ambito del progetto Regionale BIP (Biglietto Integrato Piemonte), ha avviato un sistema di bigliettazione elettronica integrata dal 2011 e dal 2016 tutti i titoli di viaggio sono stati portati su supporto elettronico: tessere BIP Calypso per gli abbonamenti (settimanali, mensili, annuali) ed alcune tipologie di biglietti (Daily e Multidaily) e *chip on paper mifare ultralight* per i biglietti (corsa singola, giornalieri e multi-corsa).

Il sistema di bigliettazione elettronica BIP permette l'accesso a tutti mezzi GTT della rete di superficie urbani ed extraurbani più la linea 1 di Metropolitana.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

### 4.3 Funzionalità generali del sistema

Il Sistema di Bigliettazione Automatica è uno strumento di gestione dei contratti/titoli di viaggio che regolano il rapporto tra l'offerta di trasporto pubblico e gli utilizzatori del servizio stesso: è costituito da un insieme di strumenti e mezzi che consentono al gestore di emettere, vendere, validare e controllare i titoli di viaggio intesi come «diritti» acquistati e consumati dal passeggero per la fruizione del servizio di trasporto pubblico.

### 4.4 Modularità ed espandibilità

La tipologia di architettura e di piattaforme tecnologiche, devono consentire la più ampia modularità ed espandibilità del sistema.

Il numero massimo di validatrici configurabili in stazione sarà teoricamente illimitato.

#### 4.4.1 Sottosistemi centrali (gestore e aziende TPL)

La tipologia di architettura e di piattaforme tecnologiche selezionate dovranno consentire e garantire all' esercente della Linea 2 e a GTT la più ampia modularità ed espandibilità del sistema previsto attualmente disponibile nel campo della tecnologia dell'informazione.

Il Sistema CED ed i Sottosistemi CGA devono pertanto poter "crescere" secondo le necessità future senza limitazione alcuna attualmente prevedibile, incrementando ad esempio:

- il numero di postazioni di consultazione;
- la capacità della Base dei Dati del sistema attualmente prevista;
- il numero e la tipologia delle periferiche stampanti;
- etc.

Nell'evenienza di future necessità di crescita del sistema, una particolare attenzione va data al flusso di dati da gestire ed al reale fabbisogno di capacità di memorizzazione degli stessi relativamente al Server Centrale dei Dati di Bigliettazione. In base a quanto precedentemente esposto, se necessario, si dovrà poter procedere alla completa duplicazione della piattaforma Server dei Dati.

La soluzione prevista, essendo basata su standard tecnologici ed industriali, dovrà consentire di interconnettere i Sottosistemi Centrali con altri sistemi informatici Aziendali o Banche Dati esterne o Reti (Internet-Intranet).

#### 4.4.2 Sottosistemi remoti

Il Concentratore di Stazione, come per i Sottosistemi Centrali, dovrà garantire la più ampia modularità ed espandibilità del sistema proposto attualmente disponibile nel campo della tecnologia dell'informazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

Il Sottosistema Remoto dovrà pertanto “crescere” secondo le necessità future senza limitazione alcuna.

#### **4.4.3 Sottosistemi di stazione**

Il numero massimo di validatrici configurabili in Stazione è teoricamente illimitato. Dovrà essere prevista la funzione di check-out in uscita dalle stazioni della Linea 2, ma con possibile attivazione solo concordemente alle richieste del futuro esercente e a quelle di GTT che dovrà strutturarsi in merito.

#### **4.4.4 Sottosistema di vendita**

Il Sottosistema di Vendita previsto deve essere in grado di crescere in relazione alle necessità dell'esercente.

Nell'ipotesi di crescita della rete di vendita sul territorio, un'attenzione particolare dovrà essere dedicata al dimensionamento dei Front-End di Comunicazione in termini di unità di collegamento, di rete necessarie da prevedere per un corretto svolgimento delle attività di aggiornamento e raccolta dei dati.

Dal punto di vista del sistema proposto non vi devono essere limitazioni per il numero di Sottosistemi di Vendita configurabili. Vale quanto detto per il Sistema CED ed il Sottosistema CGA: particolare attenzione sarà dedicata per l'implementazione delle componenti hardware (risorse) di memorizzazione (memoria di massa), elaborazione (CPU dei Server) e comunicazione (rete/linee telefoniche/front end di comunicazione), al fine di ottenere le prestazioni necessarie.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 5. EMETTITRICI AUTOMATICHE

L'emettitrice automatica self-service fornisce un servizio ininterrotto all'utenza. L'emettitrice sarà dotata di una piattaforma elaborativa con potenzialità di calcolo adatta allo scopo.

L'emettitrice garantirà le seguenti macro-funzionalità:

- selezione della funzione desiderata (acquisto titoli o informazione);
- scelta del titolo desiderato;
- codifica, stampa ed emissione del/i titolo/i desiderato/i;
- rinnovo abbonamento o ricarica smart card contactless.
- per la funzione informazione (scelta stazione di partenza, scelta destinazione)
- Emissione documento cartaceo in caso di mancato resto.

L'emettitrice dovrà soddisfare i seguenti obiettivi primari:

- interfaccia utente semplice, intuitiva e configurabile, aperta alla integrazione di funzionalità nell'area dell'informazione aziendale od istituzionale;
- software applicativo modulare e personalizzabile;
- configurabilità dell'emettitrice sia in termini di periferiche collegabili (tipologie di biglietti emessi), che di modalità di pagamento (in monete, banconote, carte di credito, carte di debito, altri sistemi disponibili in rete/App), che di funzionalità software disponibili. Il tutto al fine di avere una gamma di prodotti con la medesima interfaccia utente e dispositivi diversi in base alle esigenze del cliente;
- predisposizione per collegamento in rete locale;
- gestione titoli contactless come prima specificato;
- registrazione dei dati di emissione dei titoli (quantità, tipologia, importi, ecc.);
- trasferimento dei dati memorizzati al server per analisi e statistiche;
- gestione della struttura dei titoli e delle tariffe;
- registrazione di tutti gli eventi.

### 5.1 Sicurezza

Si deve tener conto da un lato delle esigenze di sicurezza della singola macchina, dall'altro da un'adeguata descrizione degli strumenti integrati nelle singole macchine e nel sistema, atti a prevenire il rischio di:

- utilizzo da parte di personale non autorizzato;
- alterazione dei dati memorizzati ed in particolare dei dati contabili;
- perdita accidentale dei dati memorizzati ed in particolare dei dati contabili;
- perdita od alterazione dei dati durante i processi di comunicazione.
- Integrazione delle migliori e più aggiornate tecnologie di cybersecurity applicabili al contesto della sicurezza delle transazioni e della protezione dei dati sensibili;
- Sicurezza anti-effrazione.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 5.2 Condizioni di funzionamento

Le macchine self-service sono destinate ad essere montate all'interno delle stazioni della Metropolitana. Per motivi di maggior affidabilità esse garantiscono il corretto funzionamento nella gamma di temperature tra -10 °C e + 50 °C sebbene le stazioni siano mitigate in condizionamento.

Queste macchine dovranno permettere la corretta conservazione dei componenti, con la sola esclusione dei materiali di consumo (carta, nastri inchiostatori, etc.), nella medesima gamma di temperature di funzionamento, per macchina installata in sito e non alimentata. Ciò significa che l'eventuale termoregolazione assicura solo il corretto funzionamento, ma è del tutto ininfluenza ai fini della corretta conservazione.

L'alimentazione delle macchine self-service è derivata dalla rete elettrica a 230 Vca nominali (+6, -10 %), 50 Hz (+/- 3 Hz). Il Sistemista dovrà specificare la potenza di picco richiesta. Nell'ambito degli impianti non di sistema è stato predisposto un quadro elettrico dedicato al sistema dei varchi/tornelli ed emettitrici denominato QTE, da cui si diramano i circuiti di alimentazione, protetti da interruttore magnetotermico differenziale.

Il Sistemista dovrà specificare gli accorgimenti adottati allo scopo di garantire la corretta lettura del display in condizioni di illuminazione precaria.

Il Sistemista dovrà dichiarare il grado di protezione fisica (IP) per ogni singola tipologia di apparecchiatura, specificando se il medesimo è stato definito in fase di progetto, dichiarato dal produttore sotto la propria responsabilità, o risulta anche certificato da prove di laboratorio.

Deve essere altresì previsto uno spazio atto all'applicazione del logo del Committente. L'applicazione di tale logo si intende a carico del Sistemista. Per tutte le macchine, la costruzione dovrà prevedere angoli arrotondati ed assenza di elementi che possano costituire fonte di pericolo per gli utenti.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 6. VALIDATRICI

### 6.1 Generalità

La validatrice è un dispositivo combinato per la convalida e verifica dei titoli di viaggio elettronici senza contatto.

Le caratteristiche principali dei titoli di viaggio sono in breve:

- titoli elettronici c-less secondo gli standard:
  - ISO 14443 tipo A e B Parti 1, 2, 3 e 4 full standard;
  - Mifare 1.
- Titoli QR Code
- Altre tipologie qualora disponibili

La struttura dei dati, per il solo titolo elettronico, dovrà essere conforme, alla normativa ENV 1545-1 e ENV 1545-2.

La validatrice è dotata di socket per l'installazione di almeno 3 moduli di sicurezza SAM.

### 6.2 Condizioni ambientali

- temperatura di lavoro: da -10 °C a + 50 °C;
- temperatura di stoccaggio: da - 20 °C a + 60 °C;
- umidità relativa: da 10 % a 85 % senza formazione di condensa.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 7. VARCHI CONTROLLO ACCESSI

I varchi di controllo accessi (più genericamente Apparati di Controllo Accesso) svolgono la funzione di delineare il confine costituendo una barriera fisica tra l'area all'interno della stazione, utile per la fruizione del servizio di trasporto pubblico (accesso ai treni), e l'area esterna della stessa; inoltre deve consentire l'accesso controllato dell'utente passeggero mediante la lettura e la verifica del titolo di viaggio presentato.

Gli Apparati di Controllo Accesso saranno interconnessi con il Concentratore di Stazione.

La barriera così realizzata è configurata in varchi di passaggio che possono essere così classificati:

- varchi di passaggio normale;
- varchi di passaggio per disabili;
- Varchi per Ipovedenti.

I dispositivi per la lettura ed il controllo dei titoli di viaggio saranno integrati nei varchi di controllo accessi.

Possono essere previste predisposizioni per l'alloggiamento di fotocamere per il riconoscimento delle persone.

Il varco permetterà le future implementazioni per accettare comandi di apertura provenienti da smartphone, con specifica app, tramite le tecnologie disponibili.

Deve essere previsto il monitoraggio dei flussi e controllo degli accessi nelle stazioni, conteggio dinamico del numero di passeggeri in ingresso e in uscita con interfaccia Scada funzionale anche alla regolazione degli impianti di stazione.

In linea generale sarà necessario ridurre la possibilità di accessi fraudolenti da parte di persone sprovviste dei titoli previsti comprese quindi le nuove tipologie di accesso con i sistemi di nuova generazione.

### 7.1 Varchi di passaggio normale (entrata/uscita)

Il varco di entrata è costituito da varco elettromeccanico con carpenteria in acciaio e vetro con altezza pari a 1800 mm (full panel gate).

Più varchi posti parallelamente realizzano dei passaggi con larghezza 600 mm e costituiscono la barriera di controllo accesso.

In tale modo, si realizza una barriera fisica di varchi al fine di escludere qualsiasi tentativo di scavalco, sopravanzamento e di elusione del pagamento del titolo di viaggio.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 7.2 Varchi di passaggio per disabili

Il varco disabili è costituito da varco elettromeccanico con carpenteria in acciaio e vetro con altezza pari a 1800 mm (full panel gate) e larghezza pari almeno a 900 mm.

Il varco per disabili è costituito da un cassonetto con carpenteria in acciaio inox AISI 304 con spessore 20/10 mm e da un'anta a battente motorizzata con apertura/chiusura a bandiera controllata. Un meccanismo elettromeccanico ne permette il blocco e lo sblocco del movimento ed il riposizionamento automatico dell'anta.

Il movimento di apertura dell'anta è unidirezionale mediante comando inviato dalla validatrice in funzione del controllo di validazione del titolo di viaggio presentato dal passeggero utente.

Il varco disabili dovrà essere adeguato a tutti i requisiti normativi applicabili.

Il varco disabili potrà essere utilizzato anche dai passeggeri dotati di bici al seguito secondo il regolamento di gestione in vigore.

## 7.3 Predisposizioni varchi di passaggio normale/disabile

Il varco normale ed il varco disabile dovranno:

- integrare fino a due fotocamere, una per ogni senso di marcia, in modo da abbinare la fotografia dell'utente con la validazione del titolo di viaggio o nel caso d'uscita con il sensore d'apertura. Altre caratteristiche:
  - dimensioni indicative H x W x D: 120 mm x 120 mm x 100 mm;
  - umidità relativa 10÷75 % senza formazione di condensa;
- integrare il gruppo validatrice in uscita (funzione check-out) con le stesse caratteristiche precedentemente descritte;
- essere predisposti per validatrice di titoli di viaggio cartacei;
- essere predisposti all'integrazione di dispositivi per ricezione comandi di apertura provenienti da telefoni mobili tramite tecnologia Bluetooth o ad infrarossi.
- Permettere il controllo accesso in ingresso ed in uscita

## 7.4 Varchi di passaggio Ipovententi (entrata/uscita)

Il varco ipovedenti è costituito da varco elettromeccanico con carpenteria in acciaio e vetro con altezza pari a 1800 mm (full panel gate) e larghezza pari a 600 mm.

Analogo al varco passaggio normale, dovrà essere equipaggiato con opportuno sw per permettere l'attraversamento guidato del varco con opportuna segnalazione sonora. Una pista gommata della tipologia loges guiderà l'ipovedente all'accesso a questo varco.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 8. RETE DI CONTROLLO E GESTIONE VARCHI ED EMETTITRICI

Tutti gli impianti non di sistema, tra cui i varchi di accesso in stazione e le emettitrici dei titoli di viaggio, sono interfacciati alla UAS (Unità di Acquisizione di Sistema) ovvero ad una apparecchiatura elettronica che si trova in ogni stazione all'interno di un'area ubicata nei Locali Tecnici di Sistema; l'interfaccia avviene generalmente attraverso i quadri elettrici di comando e controllo delle apparecchiature sottese ed il protocollo di trasmissione utilizzato Modbus. Tutte le Unità di Acquisizione sono tra loro interconnesse da una rete multiservizio che fa capo al Posto Centrale di Controllo (PCC) ubicato presso il Deposito Rebaudengo.

### 8.1 Interfaccia con Quadro QTE

L'interfaccia con il quadro QTE (Quadro Tornelli Emettitori) è del tipo cablato; tutta la diagnostica dei varchi di accesso è quindi riportata verso il PCC.

Il quadro impianto tornellerie ed emettitrici (QTE) è dotato di due sezioni corrispondenti a due tipologie di alimentazione:

- Sezione Normale con alimentazione da QGBT (Quadro Generale Bassa Tensione): alimentazione delle emettitrici e dei varchi di ingresso/uscita con le relative validatrici
- Sezione No-Break con alimentazione direttamente da QNB (Quadro No-Break) con autonomia di 120 minuti: alimentazione Armadio Concentratore di Stazione, Armadio Fibre Ottiche, Apparecchiature periferiche impianto di Supervisione, Info Point, Postazione Interfonica VVF, ecc.

La dorsale di alimentazione proveniente dal QNB è del tipo resistente al fuoco 120minuti CEI 20-45 del tipo CPR (attualmente FTG18OM16, ex FTG10OM1). Gli stessi cavi in partenza dalla sezione No-Break del QTE dovranno possedere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco.

### 8.2 Caratteristiche scambio Sistema-Concentratore di stazione

Vengono di seguito indicate le caratteristiche e le metodologie di scambio dati tra la Unità di Sistema per l'acquisizione dati di stazione ed il concentratore di stazione che governa i varchi di ingresso e le emettitrici di titoli di viaggio.

L'acquisizione da parte del Sistema dei segnali provenienti da queste apparecchiature avviene per mezzo del bus di campo Modbus ed a tale scopo è stata prevista un'isola slave protocollo Modbus installata nel quadro QTE.

L'isola assolve le seguenti funzioni:

- acquisisce:
  - i segnali di stato di ciascun varco;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- i segnali di stato di ciascuna emettitrice;
- i segnali di stato dell'UPS;
- i segnali di predisposizione ciclo in provenienza dal QTE;
- i conteggi delle persone entrate ed uscite dal concentratore di stazione;
- invia i comandi in provenienza dal PCC verso le logiche di governo dei varchi per le predisposizioni di funzionamento;
- esegue le richieste di aggiornamento/azzeramento contatori persone in ingresso ed in uscita dalla stazione;
- Scambia i dati con il sistema Scada impianti al fine della gestione degli impianti di ventilazione, condizionamento, illuminazione etc.

Le funzioni sopra elencate sono svolte in dipendenza dei cicli di funzionamento nel seguito descritti:

- funzionamento locale (selettore in LOCALE - Assenza segnale "Disponibilità" in provenienza dal QTE). In questo caso le singole apparecchiature sono governate in modo locale e l'unità di Sistema acquisisce solo i segnali di stato;
- funzionamento remoto (selettore in REMOTO - Presenza segnale "Disponibilità" in provenienza dal QTE). Nello stato di funzionamento remoto le apparecchiature possono essere gestite sia dall'unità di sistema che dal concentratore di stazione.

Il Sistema ha la priorità nella gestione ed invia al concentratore di stazione un segnale che indica lo stato attivo dell'acquisizione. In tal caso il concentratore di stazione non invia comandi alle apparecchiature controllate.

### **8.2.1 Funzionamento in caso di incendio in stazione**

In caso di incendio in stazione la gestione degli apparati via Acquisizione di Sistema o via concentratore di stazione viene interdetta.

Si richiama la conformità al punto IV.9 comma 4 del DM 21/10/2015.

L'unità di coordinamento antincendio di stazione (UCAV-S) invia al concentratore di stazione un segnale (contatto di relè NC) che notifica lo stato di allarme.

Il sistema di gestione a fronte di tale segnale deve provvedere in modo autonomo e sicuro allo sblocco dei varchi di passaggio ed alla inibizione hardware degli eventuali comandi in provenienza dal Sistema o dal concentratore di stazione.

Deve inoltre essere previsto un segnale verso UCAV-S di sblocco varchi avvenuto.

Il sistema è modulare e prevede:

- porta di connessione nodo Modbus;
- porta di comunicazione seriale RS232/485 con protocollo standard Modbus (RTU) verso il concentratore di stazione (Master Modbus);

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- moduli di input con morsettiera per la connessione degli input digitali in provenienza dai controllori di gestione dei singoli apparati;
- moduli di output con morsettiera per la connessione degli output digitali di comando verso i controllori di gestione dei singoli apparati.

I moduli previsti sono della tipologia a uscita statica 24 V/0,5 A ed all'occorrenza è prevista la connessione diretta con base morsettiera con uscite a relè elettromeccanico estraibile.

In questo modo è possibile realizzare un interscambio di segnali tra il quadro elettrico, varchi di passaggio, validatrici ed emettitrici via I/O cablati e una comunicazione diretta di segnali e dati (ad esempio il conteggio delle persone) con il concentratore di stazione.

La connessione con il concentratore di stazione via linea seriale permetterà di fornire all'unità di acquisizione il conteggio aggiornato sul numero di persone in ingresso ed in uscita dalla stazione.

La comunicazione tra acquisizione di Sistema e concentratore di stazione avverrà con protocollo standard Modbus (RTU) che dovrà essere implementato lato concentratore di stazione (Master Modbus).

In base a questa struttura nel caso di avaria dell'UAS il concentratore di stazione (acquisito lo stato unità di Sistema non attivo attraverso la linea seriale) sarà in grado controllare le apparecchiature attraverso la rete locale.

### **8.2.2 Funziona chiusura varchi stazione**

Al termine del servizio commerciale, dopo il passaggio dell'ultimo treno presso la singola stazione occorre l'attivazione automatica della funzione "chiusura varchi stazione" al fine di impedire all'utente di validare il biglietto una volta transitato l'ultimo treno nella singola stazione. Tale soluzione tecnica è già implementata presso le stazioni della Linea 1 della Metropolitana di Torino.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 9. DISPONIBILITÀ, AFFIDABILITÀ, MANUTENIBILITÀ

Il sistema di bigliettazione e controllo accessi è un componente essenziale delle prestazioni complessive della metropolitana e delle interazioni con l'utenza. Pertanto, il sistema dovrà essere progettato in modo da garantire livelli ottimali di:

- disponibilità, e quindi affidabilità, manutenibilità e riparabilità;
- riconfigurabilità, e quindi tolleranza ai guasti, modularità, etc;
- robustezza e resistenza alla frode ed al vandalismo.

È prevista l'elaborazione automatica delle statistiche di disponibilità media, su base mensile con cumulativi annuali e per gruppi di apparecchiature dello stesso tipo di ciascuna stazione.

### 9.1 Calcolo del Tempo medio tra un guasto ed il successivo (MTBF: *Mean Time Between Failure*)

In questo paragrafo saranno trattati i seguenti argomenti:

- stati operativi minimi dell'impianto di controllo accessi delle stazioni e del sistema di bigliettazione automatica;
- valori di MTBF dei componenti fondamentali del sistema suddetto:
  - validatrice magnetica;
  - lettore contactless;
  - varco normale;
  - varco disabili;
  - emettitrice;
  - concentratore di stazione;
  - sistema centrale;
- calcolo del MTBF degli stati operativi minimi e del sistema generale.

#### 9.1.1 Stati operativi minimi

Il concetto di "stato operativo minimo" è stato applicato sia alle singole apparecchiature che all'impianto nel suo insieme.

Per "stato operativo minimo" si intende la combinazione di:

- sottoassiemi;
- parti dell'impianto;
- singole funzionalità di un'apparecchiatura,

che consente di assolvere alla sua funzione senza andare sotto un livello di servizio non accettabile per l'utenza.

Nel caso in oggetto sono stati definiti i seguenti "stati operativi minimi":

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- linea dei varchi di passaggio: varco normale + varco disabili con relative validatrici-lettori;
- emissione titoli di viaggio: una emettitrice funzionante per ogni linea di varco. Per la stazione Porta Nuova dovranno essere sempre disponibili almeno due emettitrici;
- il sistema costituito dalla linea dei varchi di passaggio più sopra definita, dal Concentratore di stazione e dal sistema generale.

Si noti quindi che nella definizione degli stati operativi minimi:

- all'interno di ogni singola stazione sono stati considerati indipendenti i sistemi "varchi di passaggio" ed "emissione titoli". In altri termini è possibile accedere al servizio in una stazione da parte dell'utente, possedendo un titolo che non necessariamente deve essere stato acquistato in quella stessa stazione;
- all'interno della singola stazione lo stato operativo minimo è quindi dato dal contemporaneo funzionamento almeno della linea "varchi di passaggio" come ora definita e del concentratore di stazione;
- per l'intera linea metropolitana lo stato operativo minimo è invece stato assunto come quello che prevede il contemporaneo funzionamento di:
  - linea varchi di passaggio secondo la precedente definizione;
  - concentratore di stazione;
  - sistema generale.

### 9.1.2 MTBF dei componenti il sistema

Dovranno essere specificati i valori di MTBF presi alla base della progettazione dell'impianto di controllo accessi delle stazioni e del sistema di bigliettazione automatica.

In essi dovranno essere indicate le condizioni di utilizzo, cioè i "carichi di lavoro" presi a riferimento per il calcolo dell'MTBF stesso; è importante sottolineare che queste condizioni devono essere rispettate per sviluppare l'analogo calcolo per il sistema che effettivamente sarà realizzato in modo da poter correttamente confrontare i risultati.

Per tutte le apparecchiature componenti il sistema si possono definire le seguenti condizioni di utilizzo:

- condizioni ambientali:
  - temperatura minima: -10 °C, temperatura massima: +50 °C;
  - umidità relativa minima: 30 %; umidità relativa massima: 80 %;
  - grado di polverosità: medio-alto;
  - vibrazioni: basse;
- condizioni antropiche:
  - atti di vandalismo: previsti;
  - danneggiamenti derivanti da uso improprio: previsti.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

## 10. ADEGUAMENTI TECNOLOGICI IN PROSPETTIVA

### 10.1 Scopo del paragrafo

In tutti i requisiti illustrati si sono considerati sistemi con requisiti reali e facenti riferimento a strutture esistenti in commercio oltreché già operativi.

Poiché nei sistemi di trasporto riveste una grande importanza l'organizzazione, la generazione, la validazione e il controllo del biglietto di trasporto, occorre iniziare a prendere in carico i recenti sviluppi della nuova era tecnologica affinché alla data della messa in esercizio, siano tenuti in conto e possibilmente già progettati e pronti per essere introdotti nei sistemi di trasporto della rete metropolitana e ferroviaria.

Il riferimento è a una ampia categoria di sistemi ad alto contenuto informatico per la vendita/distribuzione/controllo del documento di viaggio, ai sistemi di acquisizione di una vasta categoria di dati e a sistemi capillarmente distribuiti all'interno della struttura e al di fuori nella città.

Non ultimo si tenga in conto il sempre più ridotto ciclo tecnologico dei nuovi sistemi ad alto contenuto informatico, il salto tecnologico sta scendendo rapidamente in prospettiva ai tempi reali di messa in opera. Una volta individuato il Sistemista, di questi aspetti si dovrà tener debitamente conto nella analisi e nella futura progettazione.

### 10.2 Linea guida intelligent Transportation Systems (ITS)

Per tenere conto dell'evoluzione tecnologica, specialmente nel periodo a ridosso della costruzione del manufatto e quindi nella fase della futura progettazione esecutiva, occorrerà prevedere delle adeguate predisposizioni che consentano ampi gradi di libertà nella scelta della tecnologia, in riferimento agli standard e all'acquisizione delle nuove tecnologie.

I sistemi di trasporto intelligente consistono in piattaforme digitali integrate, a sostegno della mobilità, in ottica *smart city*, con caratteristiche avanzate di acquisizione e grande capacità di elaborazione dei dati provenienti dal territorio e dal sistema stesso.

Essi devono avere tra i requisiti la possibilità di una rapida interpretazione dei fenomeni e la capacità di dare un supporto alle decisioni necessarie alla corretta gestione del sistema di trasporti urbani e intermodali.

Quindi, un ruolo fondamentale è di sicuro assegnato ai sistemi ITS (Intelligent Transportation Systems) nella loro accezione più classica e riconosciuta.

Le soluzioni tecnologiche sono indispensabili per garantire:

- ❖ **l'acquisizione e la raccolta di dati sulla circolazione e i flussi di traffico** attraverso sensori sulle infrastrutture (*IoT-Internet of Things*) e a bordo dei mezzi (*floating car data*), o di *crowdsourcing* - dati forniti volontariamente dai viaggiatori mediante dispositivi personali e *App mobile*;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- ❖ il **monitoraggio dei flussi e il controllo degli accessi** a bordo dei mezzi, nelle stazioni e nei nodi di scambio intermodale (videosorveglianza evoluta, conta-passeggeri, termoscanner) anche per monitorare e garantire il distanziamento sociale;
- ❖ il **supporto nelle diverse fasi del viaggio e una nuova esperienza utente** mediante sistemi di informazione avanzata all'utenza per infomobilità multicanale *real-time* e per la responsabilizzazione degli utenti all'uso di comportamenti corretti;
- ❖ la **prenotazione** (*e-booking*) il **pagamento elettronico** (*e-ticketing*) e il supporto alle attività di **controllo e validazione dei titoli di viaggio** in mobilità.

Caratteristiche tecnologiche avanzate richieste ai sistemi di Ticketing e Controllo, di cui alcuni già menzionati nei paragrafi precedenti:

- ❖ Gestione di qualsiasi numero di varchi distribuiti presso le stazioni metropolitane;
- ❖ Sistema operativo sia sui varchi di entrata che sui varchi di uscita in ogni stazione (SW Integrato);
- ❖ Lettore QR-code integrato nel varco con stampa in stazione del cartaceo se necessario;
- ❖ Verifica in tempo reale della validità del titolo di viaggio esibito dall'utente e apertura automatica del varco (Sistemi RFID mutuati dalla logistica);
- ❖ Varchi equipaggiati con dispositivi led per visualizzazione di segnalazioni luminose in caso di biglietto non valido, problemi di sicurezza o altro;
- ❖ Completa integrazione con sistemi di mobile ticketing delle aziende di trasporto;
- ❖ Sistemi di prossimità spaziale digitali con zona di controllo con sensoristica di prossimità o elettromagnetica;
- ❖ Sistemi di riconoscimento facciale;
- ❖ Sistemi di rilevamento multi-target;
- ❖ Sistemi detti "Hands Free";
- ❖ Vantaggi: efficace contrasto all'evasione, riduzione dei costi relativi al personale addetto ai controlli, aumento della sicurezza e del controllo accessi.

### 10.3 Evoluzione del sistema di bigliettazione

Il futuro dei sistemi di bigliettazione per metropolitana, invece di supportare l'acquisto dei biglietti in anticipo, consente ai passeggeri di utilizzare ciò che hanno disponibile con sé per viaggiare, che si tratti di un telefono cellulare, una carta bancaria contactless o una smartcard esistente. Si richiede di introdurre nuovi sistemi di pagamento che sfruttino le crescenti tecnologie e quanto il passeggero abbia disponibile al momento del viaggio:

- ❖ I viaggiatori che utilizzano la metropolitana e i servizi di autobus selezionati devono poter pagare le corse con il telefono o la carta di credito;
- ❖ Per pagare o validare il titolo di viaggio, sarà sufficiente avvicinare il proprio **smartphone NFC** o una carta di credito contactless a uno degli appositi validatori presenti sugli autobus o ai varchi della metropolitana.
- ❖ Poter pagare con il proprio Smart-Phone attraverso un lettore QR-Code posizionato sul varco stesso;
- ❖ Introdurre i nuovi sistemi RFID usati nella logistica con tessere elettronicamente attive che permettono il passaggio da varchi adatti che consentono l'ingresso senza bisogno di appoggiare il documento o il telefono cellulare sul lettore;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

- ❖ Tutti i sistemi illustrati nel precedente paragrafo.

## 10.4 Analisi dei Dati

Occorre dunque introdurre una piattaforma IT, che consenta la analisi statistica in tempo reale dei flussi dei passeggeri nei luoghi di attesa e a bordo dei mezzi di trasporto, integrandosi con tutte le periferiche di raccolta dati e fornendo informazioni ai passeggeri e ai gestori sull'affollamento per orientare il comportamento dei viaggiatori e coadiuvare il lavoro svolto dal personale.

Il Sistema informatico in oggetto dovrebbe svolgere 3 funzioni molto importanti:

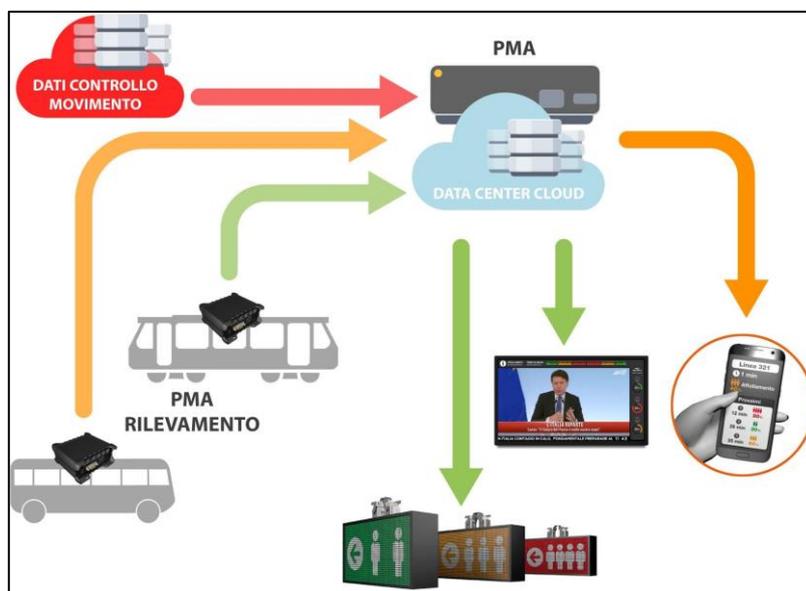
- ❖ raccogliere i dati unendo più fonti differenti;
- ❖ analizzare i dati, in un unico motore di calcolo (anche via Cloud), e diffonderli utilizzando opportuni visori o mezzi di comunicazione distribuiti (anche su APP telefoniche e a bordo del veicolo);
- ❖ Infine, grazie ad un algoritmo complesso e attraverso parametri personalizzabili, deve fornire l'indice di affollamento in tempo reale e altre informazioni utili al passeggero, guidandolo con segnali opportunamente disposti verso la giusta corsia di salita/uscita treni. Quest'ultima informazione dovrà essere gestita e condivisa con il Sistemista e la tecnologia presente sul materiale rotabile al fine di conoscere in tempo reale anche la presenza dei passeggeri imbarcati nel treno in arrivo.

Tutto questo, anche per ragioni di sicurezza, al fine di supportare il processo di controllo del flusso dei passeggeri nelle ore di punta e in relazione a possibili interruzioni del servizio per orientare i passeggeri alla redistribuzione intelligente degli stessi nei luoghi di ritrovo o verso mezzi alternativi di trasporto. I dati possono confluire in diversi sistemi ottici, sinottici, acustici come: semafori, annunci sonori, pannelli con icone o messaggi variabili, o su un APP smartphone o sulla schermata di un computer in tempo reale.

La vera differenza sarà costituita dall'evoluzione degli ultimi anni dei classici ITS in piattaforme digitali integrate a sostegno della mobilità in ottica *smart city*, con caratteristiche avanzate di acquisizione e grande capacità di elaborazione dei dati provenienti dal territorio e dal sistema dei trasporti, di rapida interpretazione dei fenomeni e supporto alle decisioni per la gestione del sistema di trasporti in ambito urbano, di orientamento all'intermodalità, di multicanalità dell'informazione.

Un esempio di schema di un Sistema di acquisizione dati come precedentemente illustrato è il seguente:

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1



**Figura 3. Schema sistema acquisizione dati in ambito ITS**

## 10.5 Flusso delle operazioni in un Sistema di ticketing avanzato

In generale si richiede di affiancare al Sistema di trasporto già in fase di progettazione prima, e di realizzazione poi, anche dei sottosistemi di ticketing moderni e aventi tutte le caratteristiche in sincronia con le nuove tecnologie, con i possibili supporti per il controllo dei documenti di viaggio e con un appropriato software di gestione.

Le procedure di studio devono seguire opportuni flussi di management, tra i quali si illustra nella figura sotto alcuni di essi già implementati in Europa.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo</b>
Bigliettazione e controllo varchi Relazione tecnica	02_MTL2T1A0DSISGENR004-0-1

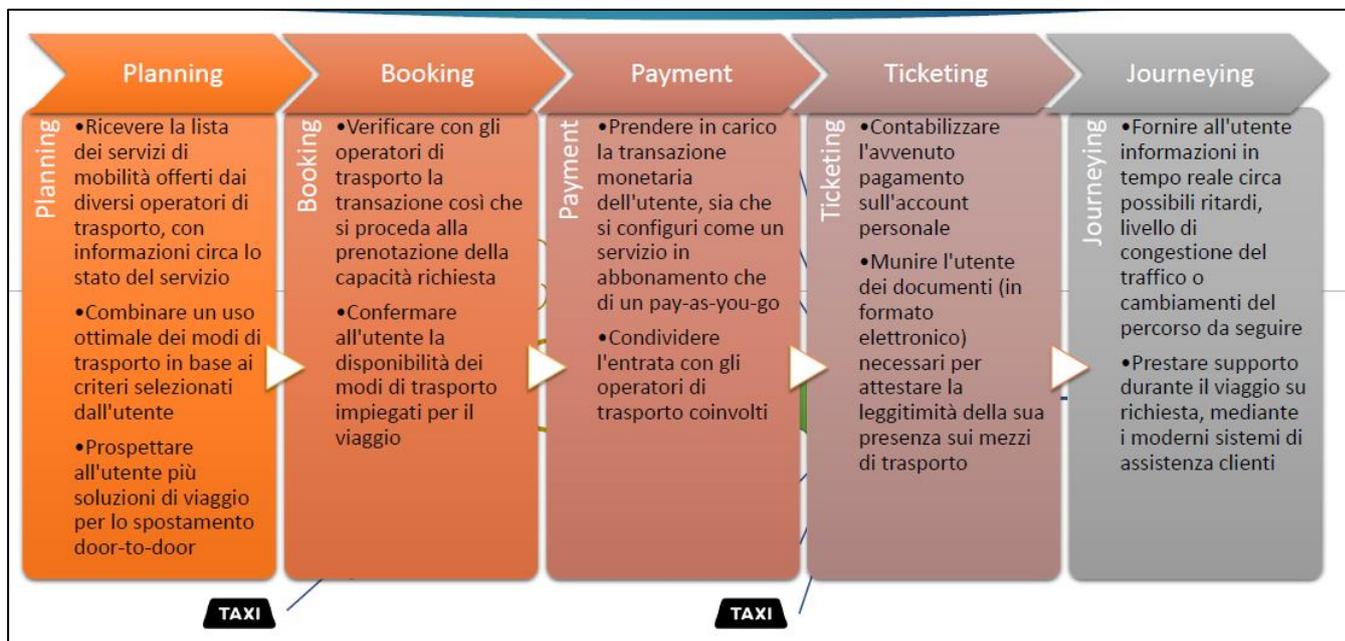


Figura 4. Processo di realizzazione del sistema Ticketing

## 10.6 Conclusioni

Il sistema di Bigliettazione automatica e controllo accessi di stazione deve ispirarsi a soluzioni esistenti ma con ampie possibilità di modifica e adattamento alle soluzioni sistemistiche adottate. Pur mantenendone la neutralità, occorre cogliere tutte le opportunità tecnologiche che stanno convergendo verso soluzioni aperte, fortemente digitalizzate e integrabili facilmente nelle nuove tipologie di stazione con riferimento alla intermodalità, alla sicurezza e alla riduzione delle frodi. Inoltre, dovrà essere garantito un miglioramento del rilievo dei passeggeri, permettere i passaggi all'interno del sistema sotterraneo delle due linee e all'esterno verso il mondo dei trasporti nella area smartcity. I varchi dovranno avere ingombro ridotto, gestire qualsiasi flusso di passeggeri ed essere in grado di avere sistemi gestionali adatti all'integrazione della crescente mole di dati, anche statistici, che saranno disponibili. I sistemi di riscossione, validazione, controllo e sicurezza dovranno essere in grado di adattarsi alle future tecnologie in continua evoluzione.