

**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**

PROGETTO DEFINITIVO		 INFRATRASPORTI S.r.l.																				
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	INTERFACCIA OPERE CIVILI-SISTEMA ARMAMENTO RELAZIONE TECNICA																				
ELABORATO										REV.		SCALA	DATA									
										Int.	Est.											
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi										MT	L2	T1	A0	D	SIS	GEN	R	001	0	1	-	27/10/2023

AGGIORNAMENTI

Fig. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	21/12/21	Vari	G. Iemmolo	R. Crova	R. Crova
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	27/10/23	Vari	F. Azzarone	R. Crova	R. Crova
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 0</td> <td>CARTELLA</td> <td>13.1</td> <td>1</td> <td>MTL2T1A0D</td> <td>SISGENR001</td> </tr> </table>						LOTTO 0	CARTELLA	13.1	1	MTL2T1A0D	SISGENR001	STAZIONE APPALTANTE DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro						
LOTTO 0	CARTELLA	13.1	1	MTL2T1A0D	SISGENR001													

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

INDICE

1.	DATI DI PROGETTO	4
1.1	INTRODUZIONE	4
1.2	DESCRIZIONE GENERALE LINEA 2	4
1.3	CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E FUNZIONALI DELLA LINEA	6
2.	NORME DI RIFERIMENTO	11
3.	TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLA LINEA	13
4.	TIPOLOGIE DI ARMAMENTO	14
5.	SISTEMA SU GOMMA	15
5.1	LA VIA DI CORSA	15
5.2	TIPOLOGIE DI SEZIONE	15
5.2.1	PIATTAFORMA A RASO NEL DEPOSITO-OFFICINA	15
5.2.2	GALLERIA ARTIFICIALE A SEZIONE RETTANGOLARE	16
5.2.3	GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE O POLICENTRICA	16
5.3	PISTE DI ROTOLAMENTO	16
5.4	GUIDA LATERALE	17
5.5	APPARECCHI DI VIA	17
6.	SISTEMA SU FERRO	19
6.1	ARMAMENTO CON TRAVERSE BI-BLOCCO	19
6.1.1	LA VIA DI CORSA	19
6.1.2	BINARIO DI LINEA	19
6.1.3	GALLERIA ARTIFICIALE A SEZIONE RETTANGOLARE	20
6.1.4	GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE O POLICENTRICA	20
6.1.5	SCAMBI DI LINEA	20
6.2	ARMAMENTO CON BINARIO SU BALLAST	20
7.	ARMAMENTO ANTIVIBRANTE	21
7.1	DESCRIZIONE DELL'ARMAMENTO	21
7.1.1	LA FONDAZIONE	22
7.1.2	LA VASCA FLOTTANTE	22
7.1.3	LO STOPPER	22

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

7.1.4	IL BLOCCHETTO ESTRAIBILE	22
7.1.5	IL BINARIO	23

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Corografia della Linea 2	6
Figura 2.	Keyplan della tratta Rebaudengo-Politecnico	9

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Elenco delle WBS delle opere incluse nella tratta funzionale 1: "Politecnico-Rebaudengo"	7
Tabella 2.	Caratteristiche del tracciato	10

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

1. DATI DI PROGETTO

1.1 Introduzione

La presente relazione esamina gli aspetti progettuali e di interfaccia connessi con l'armamento, tenendo conto del fatto che il progetto non definisce una precisa tipologia di treni, non essendo ad oggi definito il "sistema". Pertanto l'approccio progettuale non può che rimanere del tipo prestazionale-funzionale, e quindi aperto a tutte le soluzioni tecnologiche offerte dal mercato. A tal fine, la documentazione avrà lo scopo di evidenziare le caratteristiche dei principali sistemi di armamento attualmente disponibili, con lo scopo di offrire una panoramica dei sistemi adottati o adottabili.

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.

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.

La prima tratta funzionale prioritaria Rebaudengo – Politecnico ha uno sviluppo di circa 9,7 km, comprende 13 stazioni, 12 pozzi intertratta e la predisposizione per il manufatto di bivio in corrispondenza della stazione Cimarosa/Tabacchi.

Essa 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

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

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.

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 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.

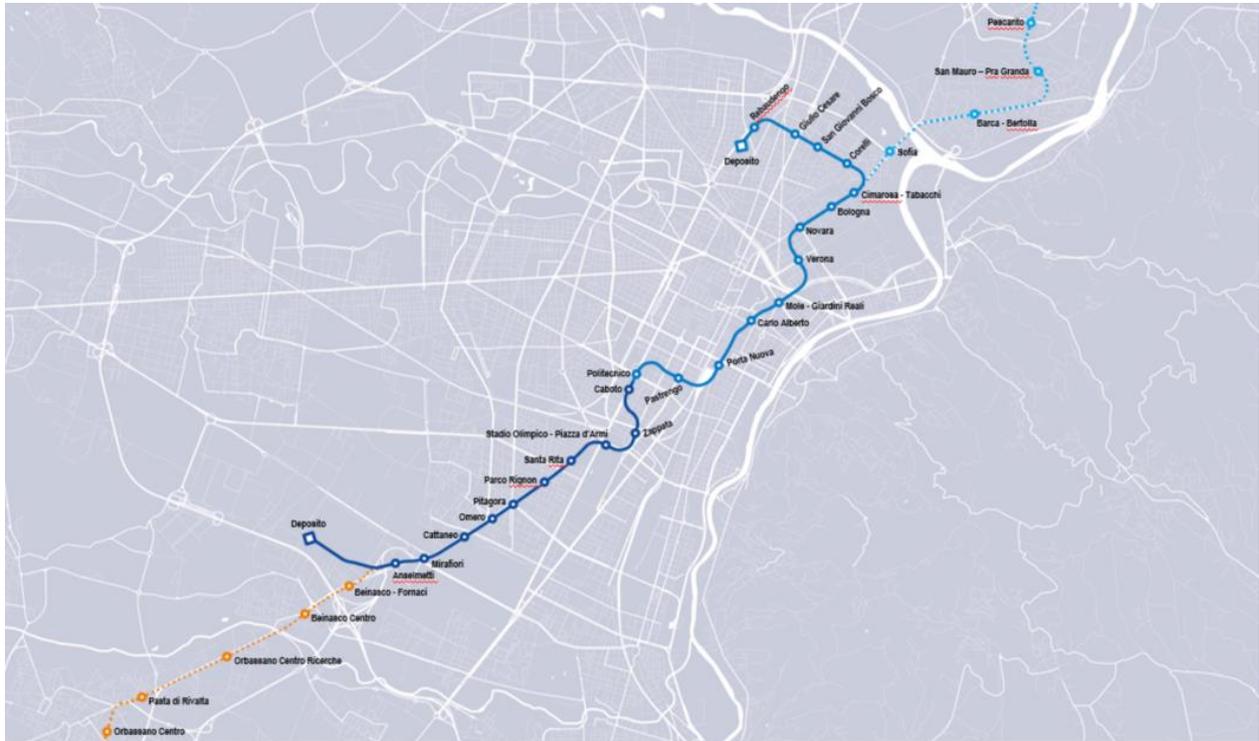


Figura 1. Corografia della Linea 2

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.

1.3 Caratteristiche tipologiche e funzionali della linea

Come premesso, il progetto di fattibilità tecnica ed economica della Linea 2 della metropolitana di Torino, sviluppato nella precedente fase progettuale, ha avuto come oggetto l'intera infrastruttura sotterranea che collegherà la zona periurbana nord-orientale di Torino (San Mauro T.se) con quella sud occidentale in corrispondenza di Orbassano attraversando il centro del capoluogo piemontese con uno sviluppo complessivo pari a circa 28 km.

Nella tabella seguente sono elencate tutte le opere puntuali e le gallerie di linea suddivise in WBS (work breakdown structure) per la tratta funzionale in progetto definitivo.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

Tabella 1. Elenco delle WBS delle opere incluse nella tratta funzionale 1: "Politecnico-Rebaudengo"

WBS	Descrizione WBS	Da PK	A PK	Sviluppo [m]
DRB	Deposito Officina Rebaudengo	15+236,86	15+589,47	352,61
PRB	Pozzo di inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo			
GN1	Galleria di linea naturale con metodo tradizionale da DRB a SRB	14+957,25	15+236,86	279,61
SRB	Stazione Rebaudengo	14+853,85	14+957,25	103,40
GN2	Galleria di linea naturale con metodo tradizionale da SRB fino al pozzo costruttivo PT2	14+561,22	14+853,85	292,63
PT2	Pozzo terminale estremità est della galleria artificiale – pozzo costruttivo per lo scavo della galleria a foro cieco dalla PK 14+560 verso stazione Rebaudengo	14+533,80	14+561,22	27,42
GA1	Galleria di linea artificiale da PT2 a SGC	14+151,04	14+533,80	382,76
PGC	Pozzo di intertratta Giulio Cesare		14+431,34	
SGC	Stazione Giulio Cesare	14+062,29	14+151,04	88,75
GA2	Galleria di linea artificiale da SGC a SSG	13+693,32	14+062,29	368,97
PSG	Pozzo di intertratta San Giovanni Bosco		13+902,27	
SSG	Stazione San Giovanni Bosco	13+605,13	13+693,32	88,19
GA3	Galleria di linea artificiale da SGC a SCO	13+122,58	13+605,13	482,55
PCO	Pozzo di intertratta Corelli		13+397,59	
SCO	Stazione Corelli	13+032,99	13+122,58	89,59
GA4	Galleria di linea artificiale da SCO a SCI - Manufatto di bivio nord e ramo ovest	12+398,84	13+032,99	634,15
PCI	Pozzo di intertratta Cimarosa/Tabacchi		12+672,97	
SCI	Stazione Cimarosa/Tabacchi	12+268,56	12+398,84	130,28
GA5	Galleria di linea artificiale da SCI a SBO	11+956,53	12+268,56	312,03
PBO	Pozzo di intertratta Bologna		12+074,00	
SBO	Stazione Bologna	11+838,94	11+956,53	117,59
GA6	Galleria di linea artificiale da SBO a PNO - Manufatto Retrostazione Bologna	11+630,34	11+838,94	208,60
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM	11+593,99	11+630,34	36,35
GT1	Galleria di linea naturale in TBM da PNO a SNO	11+273,21	11+593,99	320,78
SNO	Stazione Novara	11+207,21	11+273,21	66,00
GT2	Galleria di linea naturale in TBM da SNO a SVR	10+561,33	11+207,21	645,88
PVR	Pozzo di intertratta Verona		10+879,70	
SVR	Stazione Verona	10+487,44	10+561,04	73,60
GT3	Galleria di linea naturale in TBM da SVR a SMO	9+571,27	10+487,14	915,87
PMO	Pozzo di intertratta Mole/Giardini Reali		10+034,19	
EMO	Pozzo di Emergenza Mole		9+926,33	
SMO	Stazione Mole/Giardini Reali	9+505,27	9+571,27	66,00
GT4	Galleria di linea naturale in TBM da SMO a SCA	8+972,37	9+505,27	532,90
PCA	Pozzo di intertratta Carlo Alberto		9+144,80	



CITTA' DI TORINO

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

Armamento – Relazione tecnica

01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

WBS	Descrizione WBS	Da PK	A PK	Sviluppo [m]
SCA	Stazione Carlo Alberto	8+901,17	8+972,37	71,20
GT5	Galleria di linea naturale in TBM da SCA a SPN	8+032,42	8+901,17	868,75
PPN	Pozzo di intertratta Porta Nuova		8+526,72	
SPN	Stazione Porta Nuova - interconnessione con Linea 1	7+942,82	8+032,42	89,60
GT6	Galleria di linea naturale in TBM da SPN a SPA	7+104,05	7+942,82	838,77
PPA	Pozzo di intertratta Pastrengo		7+415,42	
SPA	Stazione Pastrengo	7+038,05	7+104,05	66,00
GT7	Galleria di linea naturale in TBM da SPA a SPO	6+203,85	7+038,05	834,20
PPO	Pozzo di intertratta Politecnico		6+805,94	
SPO	Stazione Politecnico	6+132,65	6+203,85	71,20
GT8	Galleria di linea naturale in TBM da SPO a P01	5+926,01	6+132,65	206,64
PCB	Pozzo di intertratta Caboto		5+993,04	
PT1	Pozzo terminale della 1^ tratta funzionale nel retrostazione Politecnico (pozzo di estrazione della TBM)	5+906,81	5+926,01	19,20

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1



Figura 2. Keyplan della tratta Rebaudengo-Politecnico

Lungo il tracciato si riscontra la presenza di diversi fabbricati di varie epoche e tipologie edilizie, che vengono sotto attraversati dalla linea di progetto.

Si è cercato di minimizzare al massimo l'entità di tali sovrapposizioni allineandosi, per quanto e dove possibile, al di sotto delle sedi stradali, e cercando di mantenere sotto i fabbricati una ricopertura tra il piano di posa della fondazione e la volta della galleria di ca. 1,8/2 diametri, al fine di minimizzare gli effetti indotti dai cedimenti e dal disturbo dello scavo in superficie.

Per ridurre ulteriormente i disturbi durante l'esercizio della linea, si dovrà operare anche sulla scelta dell'armamento per limitare gli effetti dovuti alla circolazione dei treni stessi.

Le principali caratteristiche geometriche del tracciato di progetto sono riportate nella tabella seguente.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

Tabella 2. Caratteristiche del tracciato

CARATTERISTICA	DATO
raggio planimetrico minimo in galleria circolare (scavata con metodo meccanizzato - TBM)	250 m
raggio planimetrico minimo in galleria polientrica (scavata con metodi tradizionali) e galleria artificiale scatolare (scavata con metodo Cut&Cover)	200 m
raggio altimetrico minimo	1800 m
pendenza longitudinale minima	0,6 %
pendenza longitudinale massima in linea	4 %
lunghezza della linea in galleria a doppio binario – tratto realizzato con scavo meccanizzato (escluso attraversamento delle stazioni)	5.164 m
lunghezza della linea in galleria policentrica a doppio binario – tratto realizzato con scavo tradizionale (escluso attraversamento delle stazioni)	572 m
lunghezza della linea in galleria superficiale scatolare a doppio binario – tratto realizzato in C&C (escluso attraversamento delle stazioni)	2389 m

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

2. NORME DI RIFERIMENTO

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

- UNI 7836 - Metropolitane e tranvie - Andamento planoaltimetrico dei binari.
- EN 13230-1 - Railway applications - Track-Concrete sleepers and bearers-General requirements.
- EN 13230-2 - Railway applications - Track-Concrete sleepers and bearers-Prestressed monoblock sleepers.
- EN 13230-4 - Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Prestressed bearers for switches and crossings.
- EN 13230-5 - Railway applications - Track Concrete sleepers and bearers-Special elements.
- EN 13231-1 - Railway applications - Track Acceptance of works - Works on ballasted track - Plain line.
- EN 13231-2 - Railway applications - Track Acceptance of works-Works on ballasted track - Switches and crossings.
- EN 13231-3 - Railway applications - Acceptance of works - Acceptance of rail grinding, milling and planing work in track.
- EN 13232-1 - Railway applications - Track - Switches and crossings-Definitions.
- EN 13232-2 - Railway applications - Track - Switches and crossings-Requirements for geometrie design.
- EN 13232-4 - Railway applications - Track - Switches and crossings-Actuation, locking and detection.
- EN 13232-5 - Railway applications - Track - Switches and crossings-Switches.
- EN 13232-6 - Railway applications - Track - Switches and crossings-Fixed common and obtuse crossings.
- EN 13232-7 - Railway applications - Track - Switches and crossings - Crossings with movable parts.
- EN 13232-9 - Railway applications - Track - Switches and crossings-Layouts.
- EN 13450 - Aggregates for railway ballast.
- EN 13481-1 - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Definitions.
- EN 13481-2 - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Fastening systems for concrete sleepers.
- EN 13481-5 - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Fastening systems for slab track.
- EN 13481-6 - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Special fastening systems for attenuation of vibration.
- EN 13481-7 - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems.
- Special fastening systems for switches and crossing and check rails.
- EN 13674-1 - Railway applications - Track - Vignole railway rails 46 kg/m and above.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

- EN 13674-2 Railway applications - Track - Rail-Switch and crossing rails used in conjunction with Vignole railway rails 46kg/m and above.
- EN 13848-1 - Railway applications - Track - Track geometry quality - Characterisation of track geometry.
- EN 13848-2 - Railway applications - Track - Track geometry quality - Measuring systems - Track recording vehicles.
- EN 14730-1 - Railway applications - Track - Aluminothermic welding of rails - Approval of welding processes.
- EN 14730-2 - Railway applications - Track-Aluminothermic welding of rails - Qualification of aluminothermic welders, approval of Contractors and acceptance of welds.
- EN 14587-1 - Railway applications - Track-Flash butt welding of rails - New R220, R260, R260Mn and R350HT grade rails in a fixed plant.
- EN 14969 - Railway applications - Track - Qualification system for railway trackwork Contractors.
- EN 50122-2 - Railway applications - Fixed installations - Protective provisions against the effects of stray currents caused by DC traction systems.
- UNI EN 16432-1 Applicazioni ferroviarie – sistemi di binari senza massicciata - parte 1: requisiti generali
- UNI EN 16432-2 Applicazioni ferroviarie – sistemi di binari senza massicciata - parte 2: progettazione del sistema, sottosistemi e componenti
- UNI EN 16432-3 Applicazioni ferroviarie – sistemi di binari senza massicciata - parte 3: accettazione

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

3. TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DELLA LINEA

Le tipologie costruttive presenti lungo la linea di progetto sono:

- piattaforma a raso: fascio delle vie di corsa del deposito-officina e pista di prova;
- trincea aperta-rampa: raccordo (a doppio binario) tra il fascio del deposito e la trincea coperta di raccordo alla linea;
- galleria artificiale: raccordo (a doppio binario) del deposito-officina alla linea e vari manufatti presenti lungo la linea (pozzi di intertratta, bivi, raccordi, tratte speciali);
- galleria profonda.
- Piattaforma a raso

Le vie di corsa a raso, presenti all'interno dell'area del deposito, saranno realizzate su piattaforma in rilevato o su strati compatti, protetti, se necessario, da uno strato di calcestruzzo magro o di misto cementato. A seconda del tipo di sistema adottato, se su ferro o su gomma, i binari saranno realizzati su ballast o su soletta di calcestruzzo.

Trincea aperta – Rampe - Trincea coperta

Questo tipo di opera (non presente nella tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo"), che permette l'alloggiamento di doppio binario, assicura la transizione tra la zona del deposito, con binari a raso, e la galleria profonda, ed è poggiata su platea di fondo realizzata in c.a., che si mantiene orizzontale anche in curva. La sopraelevazione trasversale è realizzata con la gettata del calcestruzzo di ricarica.

Galleria profonda

La galleria profonda è realizzata a foro cieco, con collocazione del doppio binario; lo spazio tra il fondo della galleria e la quota di posa dell'armamento di progetto, variabile a seconda del sistema adottato, impone il getto del calcestruzzo di ricarica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

4. TIPOLOGIE DI ARMAMENTO

Si ritiene necessario considerare preliminarmente che, non essendo definito il sistema che sarà adottato per la linea 2 della metropolitana automatica di Torino, il materiale rotabile potrà essere o su gomma o su ferro.

Ne consegue che sono state prese in considerazione le differenti tipologie di armamento utilizzabili nei due casi.

Tutte le soluzioni di armamento prese in esame soddisfano i seguenti requisiti fondamentali:

- stabilità geometrica del binario;
- facilità ed economicità di manutenzione;
- contenimento delle emissioni sonore e delle vibrazioni;
- elevato isolamento elettrico del binario.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

5. SISTEMA SU GOMMA

L'ottimizzazione delle opere civili e delle tecnologie costruttive, un ottimale inserimento nel contesto ambientale, il contenimento dei costi e dei tempi per la messa in esercizio della linea, gli elevati standard prestazionali e di confort del materiale rotabile, hanno fatto del sistema "su gomma" un'adeguata alternativa al più tradizionale sistema su ferro, così da essere adottato in un cospicuo numero di metropolitane di nuova realizzazione e di sistemi di "people-mover" ad automatismo integrale.

Ogni via di corsa, destinata ad una singola direzione di marcia, è costituita da due piste di rotolamento, da due rotaie di guida laterali, che servono anche per l'alimentazione elettrica e da linee di trasmissione terra-veicoli.

Le piste di rotolamento sono metalliche e costituite da profilati speciali fissati su base in calcestruzzo; le rotaie di guida sono formate da un profilato ad H montato su isolatori.

Nel caso dei deviatori, in corrispondenza del cambio di via, la guida laterale è sostituita da una guida centrale di tipo ferroviario, che agisce sui telai di guida di ciascun veicolo.

5.1 La via di corsa

Gli elementi che costituiscono la via di corsa compresi gli elementi di attrezzaggio della via sono:

- due piste di rotolamento in acciaio posate su piastre in ghisa nel caso di "via ancorata" (utilizzata nell'attraversamento delle stazioni), su traversine e blocchetti di calcestruzzo nel caso di "via montata su traverse" (utilizzata lungo le gallerie di linea);
- due barre di guida laterali che servono anche da alimentazione elettrica;
- i deviatori;
- le rotaie di guida centrali in corrispondenza delle stazioni;
- i passaggi cavi e le polifore;
- il calcestruzzo di "ammorsamento";
- il calcestruzzo di "ricarica";
- il sistema di drenaggio;
- le banchine laterali di emergenza.

5.2 Tipologie di sezione

5.2.1 Piattaforma a raso nel deposito-officina

La piattaforma a raso da adottare per i binari interni al deposito.

Il "calcestruzzo di via", su cui poggia l'intero armamento, è costituito da una pista longitudinale di cemento armato di 25 cm di spessore, che consente il fissaggio degli elementi costituenti la via (piste di rotolamento, piastre in ghisa, barre di guida laterali) per ancoraggio diretto. Le piste sono appoggiate su uno strato in calcestruzzo magro o di misto cementato.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

La sezione prevede inoltre l'alloggiamento tra le vie di corsa di canalette per la raccolta delle acque e di polifore porta cavi necessarie per l'alimentazione delle guide di "trazione".

5.2.2 Galleria artificiale a sezione rettangolare

Nel caso di galleria artificiale a sezione rettangolare, gli elementi costituenti la via sono collocati su un getto di calcestruzzo armato di spessore variabile.

Lateralmente la sede su cui circolano i treni è delimitata da due percorsi pedonali realizzati in calcestruzzo all'interno dei quali vengono annegate le polifore necessarie per l'alloggiamento della parte impiantistica.

La larghezza delle passerelle laterali sarà tale da garantire sempre un'area libera di 60 cm di larghezza e 200 cm di altezza, e il piano di circolazione dei pedoni sarà orizzontale e situato a circa 100 cm al di sopra del piano di rotolamento.

Il drenaggio delle acque di piattaforma avviene attraverso due canalette realizzate in opera che seguono longitudinalmente lo sviluppo del binario, che vengono interrotte ogni 20 m massimo da un pozzetto di drenaggio ed una tubazione di raccolta ($\varnothing = 160$ mm) che trasferisce l'acqua nel collettore centrale collocato in asse alla galleria ($\varnothing = 315$ mm) annegato nel calcestruzzo di ricarica.

In curva l'adeguamento del profilo della via alla eventuale sopraelevazione potrà richiedere un adeguato incremento nella quota del calcestruzzo di ricarica che normalmente ha un andamento orizzontale.

5.2.3 Galleria a sezione circolare o policentrica

La distribuzione della sezione circolare o policentrica è analoga a quella precedentemente descritta, con le traverse e i blocchetti per la posa della via collocati su un calcestruzzo di ricarica, all'interno del quale sono collocati anche i dispositivi di drenaggio.

Le opere di raccolta acque verso i punti di evacuazione sono costituite da:

- canaline di recupero delle acque lungo i piedritti delle opere;
- canaline trasversali che portano le acque verso il condotto centrale situato sull'asse della galleria superficiale scatolare, o verso il collettore centrale nella galleria circolare;
- opere di inserzione dei condotti o del collettore nelle vasche sotterranee di raccolta poste sotto le stazioni e sotto i pozzi di intertratta e dalle quali le acque vengono sollevate, per mezzo di pompe, e recapitate nel sistema fognario cittadino.

5.3 Piste di rotolamento

I convogli rotolano su due piste metalliche di 250 mm di larghezza, poste con interasse di 1620 mm.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

Queste piste di rotolamento sono costituite da profili in acciaio, a forma di "I", le cui caratteristiche sono:

- larghezza 250 mm
- altezza 120 mm
- spessore anima 12 mm

Nei tratti in sotterraneo, i profilati che costituiscono le piste di rotolamento vengono uniti testa a testa con saldatura alluminotermica; nei tratti in cui i binari possano eventualmente essere all'aperto, non presenti nella tratta "Politecnico-Rebaudengo" al fine di assorbire i movimenti di dilatazione e minimizzare gli sforzi dovuti agli effetti termici, i profili saranno uniti per "steccatura".

Nella via "ancorata" gli appoggi delle piste di rotolamento sono realizzati mediante piastre in ghisa che vengono introdotte tra la superficie del calcestruzzo di via e le piste stesse, e consentono di sopraelevarle rispetto al calcestruzzo, mentre nella via su traversine, gli appoggi delle piste di rotolamento sono assicurati da traversine e blocchetti di calcestruzzo armato; le prime hanno lunghezza pari a 2700 mm, larghezza pari a 400 mm e altezza pari a 230 mm.

5.4 Guida laterale

La guida laterale del veicolo è realizzata mediante due profilati in acciaio disposti lateralmente alla via di corsa e fissati a supporti isolanti. Tali guide servono anche per l'alimentazione della linea.

Le barre di guida sono costituite da profilati metallici HEB 140 in acciaio, di dimensioni 140 x 140 mm, con spessore dell'anima pari a 7 mm e spessore delle ali pari a 12 mm.

In corrispondenza dei deviatori (e del passaggio a livello interno al deposito-officina), le barre di guida sono interrotte; in queste tratte la guida dei veicoli viene assicurata da una rotaia a gola centrale entro cui va ad inserirsi l'apposita rotella metallica del veicolo.

Le barre di guida sono supportate da isolatori del tipo detto "verticale" la cui descrizione è oggetto del paragrafo seguente.

Tali isolatori verticali sono dei pezzi termoplastici o termoindurente che assicurano l'isolamento elettrico in maniera permanente, anche in presenza degli sforzi meccanici cui sono sottoposti gli isolatori nelle condizioni normali di funzionamento.

5.5 Apparecchi di via

I differenti vincoli del tracciato e di esercizio della linea richiedono l'utilizzo di diversi tipi di apparecchiature quali le comunicazioni di via, i deviatori e la rotaia di guida centrale in corrispondenza delle stazioni.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

Il principio di guida consiste nel creare sull'asse della pista una scanalatura (a livello delle piste di rotolamento) nella quale si vanno ad inserire delle rotelle ad asse orizzontale solidali con il telaio di guida del veicolo.

Ogni elemento dello scambio è smontabile indipendentemente dalle altre apparecchiature di tipo corrente (scanalatura, piste di rotolamento, barre di guida, ecc.).

Nelle zone dei deviatori le barre di guida sono interrotte sul lato interno delle due vie di corsa ed eventualmente anche sul lato esterno. Gli inviti di inserimento della ruota di guida e dello strisciante sono realizzati con pezzi metallici speciali giuntati e saldati sulle barre guida.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

6. SISTEMA SU FERRO

Occorre preliminarmente considerare che i sistemi su ferro possono essere alimentati sia per mezzo della terza rotaia sia attraverso l'utilizzo della catenaria.

In questo caso è previsto un sistema su calcestruzzo e uno su ballast: il primo da utilizzare in galleria, il secondo da utilizzare eventualmente nell'area deposito all'aperto, non presente nella tratta "Politecnico-Rebaudengo".

6.1 Armamento con traverse bi-blocco

6.1.1 La via di corsa

Per questo sistema di armamento gli elementi che costituiscono la via di corsa sono:

- rotaie;
- traverse a due blocchi;
- organi di attacco elastici;
- deviatori;
- passaggi cavi e polifore;
- calcestruzzo di "chiusura";
- calcestruzzo di "ricarica";
- rete elettrosaldata;
- drenaggi;
- banchine laterali di emergenza

6.1.2 Binario di linea

L'armamento è caratterizzato da una rotaia da 50-60 Kg/m fissata tramite organi di attacco elastici a una traversa bi-blocco in cemento armato.

Detta traversa è annegata in un getto di calcestruzzo previa interposizione sotto i blocchetti di una piastra di materiale microcellulare inglobata a sua volta in una cuffia di gomma che foderà la parte inferiore del blocchetto.

Le traverse saranno disposte ad un passo di 60 cm e, con il sistema di alimentazione della terza rotaia, ogni 5,0-5,5 metri sarà adottata una traversa speciale con uno dei due blocchetti più lungo, recante la predisposizione per ricevere il fissaggio della rotaia suddetta.

Per quanto riguarda gli scambi la loro parte metallica è ancorata tramite organi di attacco elastici a traversoni di appoggio in c.a.p. a loro volta annegati in un getto di calcestruzzo previa interposizione sotto gli stessi traversoni di piastre di materiale microcellulare appoggiate a loro volta su soles in gomma.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

6.1.3 Galleria artificiale a sezione rettangolare

Le traverse sono annegate in uno strato di calcestruzzo detto di “ammorsamento” dello spessore di 25 cm, appoggiato sul calcestruzzo di riempimento e delimitato lateralmente da due polifore portacavi che fungono da percorso pedonale laterale.

Centralmente è collocata una canaletta portacavi in cui trovano alloggio gli impianti di alimentazione della terza rotaia.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma viene assicurato attraverso due tubi da 160 mm di diametro che corrono parallelamente ai due binari e che vengono interrotti ogni 20 m da un pozzetto 30x35 cm.

6.1.4 Galleria a sezione circolare o policentrica

L'intero pacchetto dell'armamento, costituito da “calcestruzzo di ammorsamento”, traversine blocco e rotaie, è appoggiato su uno strato variabile di calcestruzzo magro detto di riempimento.

Il drenaggio avviene attraverso un tubo centrale annegato nello strato più basso di calcestruzzo, interrotto ogni 40 m da un pozzetto di ispezione all'interno del quale convogliano le acque due tubazioni laterali da 160 mm di diametro.

Una polifora laterale permette l'alloggiamento dei cavi di sistema e svolge funzione di camminamento di sicurezza.

6.1.5 Scambi di linea

In generale, gli scambi di linea sono realizzati con rotaie da 50-60 Kg/m che vengono posate inclinate a 1/20 su tutta la lunghezza dello scambio ed ancorate a traversoni in c.a.p.

6.2 Armamento con binario su ballast

L'armamento standard su ballast, che può essere utilizzato nell'area del deposito all'aperto, non previste per la tratta “Politecnico-Rebaudengo”, è caratterizzato da una rotaia da 50-60 Kg/m fissata tramite organi di attacco elastici a una traversa blocco in cemento armato che a sua volta è appoggiata su una massicciata ferroviaria realizzata con pietrisco.

Il pietrisco considerato per la formazione della massicciata avrà spessore variabile, ma tale da garantire sempre almeno 35 cm di materiale sotto la traversina.

Le rotaie, la cui lunghezza sarà definita in fase esecutiva in funzione della minore o maggiore facilità di movimentazione delle stesse, sono saldate fra di loro con procedimento di saldatura alluminotermica.

Le traverse saranno disposte ad un passo di 60 cm.

La parte metallica dello scambio sarà ancorata tramite organi di attacco tipo “K” a traversoni di appoggio in legno a loro volta appoggiati su massicciata ferroviaria realizzata con pietrisco.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

7. ARMAMENTO ANTIVIBRANTE

Il documento "Studio vibrazionale" (cod. MTL2T1A0DAMBGENR006) della cartella 16 "Studio di impatto ambientale" del Progetto Definitivo, a cui si rimanda per i dettagli, riporta lo studio previsionale dell'impatto sia da vibrazioni sia da rumore indotto per via strutturale determinato dal passaggio dei treni su sistema su ferro.

La scelta di tale tipologia di armamento prevede l'applicazione di interventi mitigativi su determinate tratte definite dallo studio previsionale.

Le risultanze dello studio previsionale basate su uno spettro "tipo" ricavato dalla letteratura tecnica come riferimento per le vibrazioni emesse dai convogli su ferro, giacché allo stato attuale non è stato ancora definito il materiale rotabile di possibile impiego, hanno evidenziato elementi di criticità acustica lungo alcuni tratti di linea e la possibilità di potenziale presenza di disturbo vibrotattile in aree più limitate. È pertanto opportuno valutare e fornire indicazioni prestazionali per l'adozione di armamenti ferroviari antivibranti finalizzati alla eliminazione degli elementi di criticità riscontrati.

Per completezza di trattazione si ritiene opportuno descrivere un sistema di armamento di tipo massivo, che risulti efficace per realizzare l'effetto di taglio delle vibrazioni trasmesse dai treni alle strutture adiacenti, quando questo dovesse risultare necessario a causa della vicinanza di tali strutture alla linea ferroviaria.

L'armamento massivo utilizza componenti tradizionali impiegati negli armamenti senza ballast installati su vasche flottanti in cemento armato ordinario preconfezionate in stabilimento, sostenute da elementi elastomerici discreti impiegati "a secco".

Il rispetto della geometria del binario in fase di installazione dell'armamento è garantito attraverso dalla corretta messa in opera delle rotaie e dei componenti tradizionali del sistema ed il successivo getto di malta di allettamento tra le vasche flottanti ed i componenti tradizionali.

Tra il sottofondo dell'armamento e il centro di alcune vasche è disposto un manufatto metallico chiamato "stopper", che ha la funzione di contrastare le azioni orizzontali generate sull'armamento dal serpeggiamento del treno, dalle sue accelerazioni e frenate, dalle forze centrifughe prodotte durante il suo passaggio in curva e dalle azioni longitudinali di natura termica.

Il sistema di armamento massivo, pertanto, possiede le caratteristiche dell'armamento senza ballast e, contemporaneamente, risolve i problemi di inquinamento ambientale da rumore e da vibrazioni, grazie al corretto dimensionamento degli elementi smorzanti.

7.1 Descrizione dell'armamento

Le cinque componenti principali del sistema di armamento massivo sono:

- la fondazione;
- la vasca flottante;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

- lo stopper;
- il blocchetto estraibile;
- il binario.

7.1.1 La fondazione

L'armamento massivo può essere installato su qualsiasi sottofondo in calcestruzzo già realizzato alla quota d'appoggio dell'armamento o ricavato con un getto, debolmente armato, di appoggio.

La quota definitiva del piano di appoggio è stabilita in base alle caratteristiche del binario (dimensioni della rotaia e tipo di organo di attacco) e delle vasche flottanti.

7.1.2 La vasca flottante

La vasca flottante è il componente caratterizzante il sistema ed è realizzata in cemento armato prefabbricato.

Le vasche sono installate su elementi sotto-vasca disposti direttamente sul piano di appoggio dell'armamento in coppie distribuite a quinconce lungo la linea in modo che sotto ogni vasca, in corrispondenza delle rotaie, siano disposti:

due elementi in mezzera della vasca, da un lato del binario;

un elemento in corrispondenza dei giunti tra la vasca e le vasche attigue, dall'altro lato del binario.

7.1.3 Lo stopper

Tra il sottofondo dell'armamento e il centro di alcune vasche è disposto un manufatto metallico chiamato stopper, che ha la funzione di contrastare le azioni orizzontali generate dal serpeggiamento del treno, dalle accelerazioni e frenate, e dalle forze centrifughe prodotte durante la marcia in curva.

Tale elemento è formato da un pistone di acciaio con flangia, fissato al piano di appoggio dell'armamento mediante idonei ancoraggi, che scorre all'interno di una camicia di acciaio ancorata con getto di completamento alla vasca.

Normalmente è necessario installare uno stopper ogni 2 ÷ 3 vasche; in casi estremamente particolari (raggi di curvatura oltremodo ridotti, velocità di transito dei treni in curva notevolmente variabili, ecc.) può essere necessario installare uno stopper ogni vasca.

7.1.4 Il blocchetto estraibile

Il blocchetto estraibile è formato essenzialmente da un manufatto di calcestruzzo prefabbricato disposto tra la vasca flottante ed il binario.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Armamento – Relazione tecnica	01_MTL2T1A0DSISGENR001-0-1

I blocchetti estraibili, avvolti da una scarpa polimerica con suola elastomerica aggiuntiva, sono annegati nella vasca tramite malta di allettamento. Gli elementi in gomma che avvolgono il blocchetto consentono:

una moderata deformabilità tra il blocchetto e la vasca, che produce un effetto filtro delle frequenze più elevate;

la sostituibilità in esercizio del blocchetto qualora le esigenze della manutenzione o dell'esercizio lo richiedano.

7.1.5 Il binario

La scelta del tipo di rotaie e del loro organo di attacco tiene conto delle esigenze derivanti dall'opportunità di utilizzare componenti omogenei con quelli installati lungo la linea priva di massivo.

Ai fini delle prestazioni globali dell'armamento il tipo di organo di attacco delle rotaie produce un effetto limitato in quanto tali prestazioni dipendono fondamentalmente dalla massa flottante dell'armamento.