

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



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO  
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO  
PROGETTAZIONE DEFINITIVA  
Lotto costruttivo 2: Bologna - Politecnico**

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <b>INFRA.TO</b> <i>infrastrutture per la mobilità</i>										<b>INFRATRASPORTI S.r.l.</b>		
<b>DIRETTORE PROGETTAZIONE</b> Responsabile integrazione discipline specialistiche	<b>IL PROGETTISTA</b>													
<b>Ing. R. Crova</b> Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	<b>Ing. F. Azzarone</b> Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12887J	<b>IMPIANTI NON DI SISTEMA -STAZIONE POLITECNICO IMPIANTI IDRICO SANITARIO, ADDUZIONE, SCARICO E AGGOTTAMENTO RELAZIONE TECNICA E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO</b>												
		<b>ELABORATO</b>								<b>REV.</b>		<b>SCALA</b>	<b>DATA</b>	
		Int.	Est.									-	20/10/2023	
<b>BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi</b>		<b>MT</b>	<b>L2</b>	<b>T1</b>	<b>A2</b>	<b>D</b>	<b>IIS</b>	<b>SPO</b>	<b>R</b>	<b>001</b>	0	2	-	20/10/2023

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	31/03/2022	ASt	AGh	FAz	RCr
1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	21/04/2023	ASt	FAz	FAz	RCr
2	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	20/10/2023	ASt	FAz	FAz	RCr
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td align="center">LOTTO 2</td> <td align="center">CARTELLA</td> <td align="center">12.2.13</td> <td align="center">5</td> <td align="center">MTL2T1A2D</td> <td align="center">IISPO001</td> </tr> </table>						LOTTO 2	CARTELLA	12.2.13	5	MTL2T1A2D	IISPO001	<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 2	CARTELLA	12.2.13	5	MTL2T1A2D	IISPO001													

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Piano di gestione della Progettazione	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>ANALISI NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO PROGETTO IMPIANTISTICO MECCANICO</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>IMPIANTI IDRICI E AGGOTTAMENTO STAZIONE</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>IMPIANTO DI ADDUZIONE IDRICO-SANITARIO</b>	<b>8</b>
	<b>IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO ACQUE BIANCHE</b>	<b>8</b>
3.2.1	COMPONENTI DELL'IMPIANTO	8
<b>3.3</b>	<b>ACQUE NERE STAZIONE</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>CALCOLO DEI FLUSSI</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>FLUSSI IMPIANTI IDRICI E AGGOTTAMENTO STAZIONE</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>FLUSSI ACQUE NERE</b>	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE</b>	<b>13</b>
<b>5.1</b>	<b>VASCHE ACQUE NERE</b>	<b>13</b>
<b>5.2</b>	<b>VASCHE AGGOTTAMENTO ACQUE NERE E CHIARE</b>	<b>14</b>
<b>5.3</b>	<b>TUBAZIONI</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>CALCOLI</b>	<b>15</b>
<b>6.1</b>	<b>VERIFICA RETE IDRICO-SANITARIA</b>	<b>15</b>
6.1.1	CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE	18
6.1.2	CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO CONCENTRATE	19
6.1.3	RISULTATI DELLA VERIFICA	19

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo	5
Figura 2.	Individuazione superfici pensiline, aperture e individuazione recettore	11
Figura 3.	Schema calcolo excel delle portate acque nere	12

## INDICE DELLE TABELLE

<b>I</b>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	
Tabella 1.	Calcolo delle portate meteoriche insistenti sulle aperture, delle portate antincendio e verifica preliminare del recettore individuato	11
Tabella 2.	Calcolo delle portate meteoriche insistenti sulle pensiline e verifica preliminare del recettore individuato	11
Tabella 3.	Dimensionamento delle portate delle pompe di sollevamento acque nere	13

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

## 1. PREMESSA

### 1.1 Scopo e campo di applicazione

La presente relazione si inserisce nell'ambito dell'affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto le opere relative agli impianti idrico-sanitario, scarico acque nere e scarico acque bianche.

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

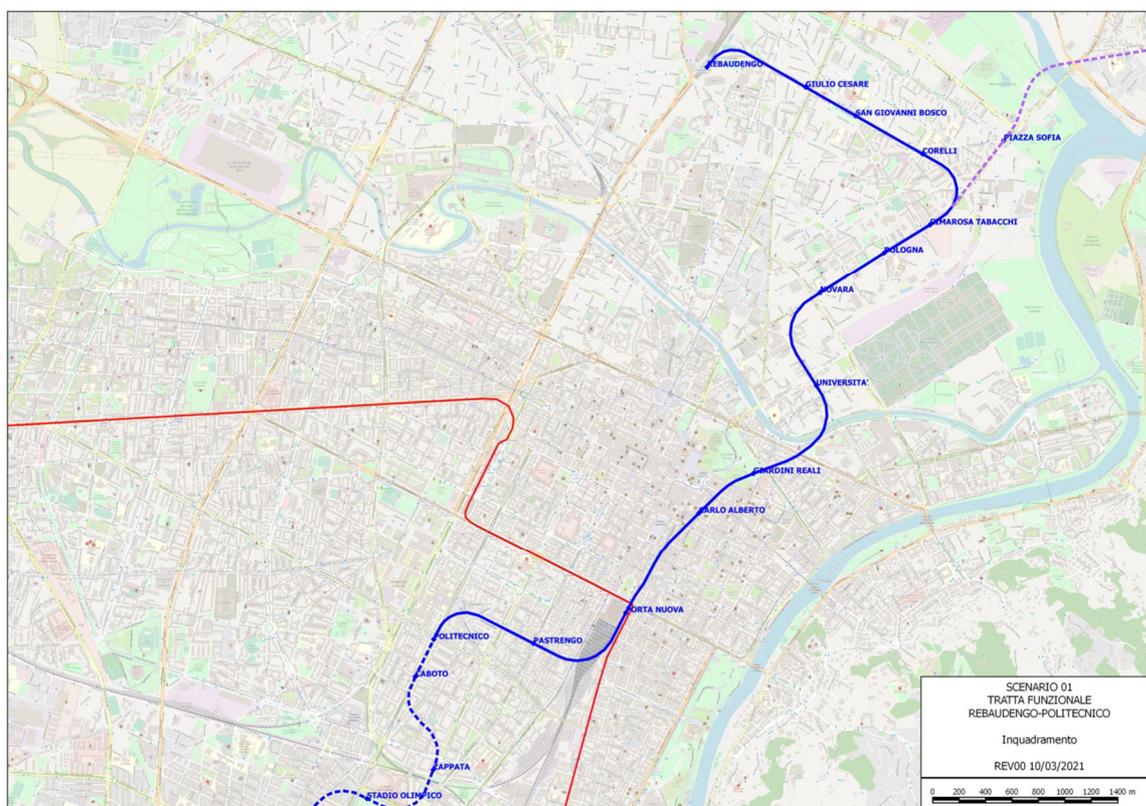
Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

Il 1° lotto funzionale è costituito dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 12 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione, uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- La galleria di linea costituita da:
  - o Un tratto in galleria naturale realizzato con scavo tradizionale per una lunghezza di 135m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo;
  - o Un tratto in galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 3,0km che collega le stazioni Rebaudengo, Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;
  - o Un tratto in galleria naturale realizzato con scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di circa 10,00m, che scaverà la galleria di linea dal manufatto in retrostazione Bologna fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5,6km;
- Un pozzo terminale di fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

### 2.1 Introduzione

Per quanto concerne l'adduzione idrica di stazione si prevede una connessione alla rete idrica cittadina basata sugli schemi di collegamento predisposti dall'ente erogatore competente. La rete di distribuzione, dopo l'ingresso in stazione attraverso uno dei vani di ventilazione o idonea apertura di connessione, si diramerà a partire da un collettore disposto in centrale idrica nelle primarie aree di stazione a tutti i livelli, inoltre è prevista una eventuale alimentazione per eventuali future zone di servizio in atrio.

L'impianto di aggotamento delle acque di lavaggio di stazione e di galleria è costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso della stazione con accesso dal piano sottobanchina. Il sistema è dimensionato secondo un grado di ridondanza idoneo ad assicurare l'operatività della stazione in caso di massimo carico ed indisponibilità parziale dell'impianto. La rete acque nere con relativi rilanci è al solo utilizzo dei servizi igienici e locali pulizia.

### 2.2 Analisi normativa di riferimento

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

I principali decreti e le normative di rilevanza impiantistica richiamate sono:

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

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

### 2.3 Normative di riferimento progetto impiantistico meccanico

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

- D.M. n. 443/90 e aggiornamento D.L. N.31 del 02.02.2011 e s.m.i. per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili;
- D.Lgs. N° 152 del 11/05/99 e aggiornamento D.Lgs N.152 del 11/04/2006 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- UNI 9182: 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- Norma UNI EN 12056-1/5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici;
- UNI EN ISO 9906: 2012 Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione - Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C);
- CEI EN 61058-1 2004-06: Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali;
- Norme CEI per componenti elettrici.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

### 3. IMPIANTI IDRICI E AGGOTTAMENTO STAZIONE

#### 3.1 Impianto di adduzione idrico-sanitario

Per quanto concerne l'adduzione idrica di stazione si prevede una connessione alla rete acquedotto cittadina basata sugli schemi di collegamento predisposti dell'ente erogatore, all'ingresso della stazione sarà inoltre presente un dispositivo di controllo e regolazione della pressione di alimentazione al fine di gestire la distribuzione interna alla stazione.

La rete di distribuzione si diramerà a partire da un collettore principale collocato nella centrale idrica posizionata al piano atrio, e da lì verso i collettori secondari (ubicati tra il piano atrio, mezzanino e sottobanchina a seconda della tipologia di stazione) dai quali saranno distribuite le utenze nelle principali aree di stazione a tutti i livelli (principalmente in corrispondenza degli armadietti idranti) e verso i locali adibiti a servizio o pulizie.

Le attività previste sono relative alle utenze sanitarie (dedicate solo al personale operativo), pulizia e lavaggio oltre alla eventuale alimentazione di una eventuale zona servizi posta al piano atrio.

#### Impianti di aggotamento acque bianche

L'impianto di aggotamento delle acque di stazione è costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso con accesso dal piano sottobanchina, sotto la VIA2 in posizione centrale. La vasca è corredata di pompe di rilancio che indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata della rete fognaria cittadina mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.

Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute, pertanto hanno la caratteristica di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flussaggio della girante. Il sistema è dimensionato secondo un grado di ridondanza idoneo ad assicurare l'operatività della stazione in caso di massimo carico ed indisponibilità parziale dell'impianto.

Vasche di accumulo dedicate saranno posizionate in corrispondenza degli accessi per recepire le acque meteoriche provenienti dalle scale mobili e rilanciate per mezzo di pompe trituratrici verso la vasca principale. L'impianto dovrà corrispondere anche al contesto emergenziale, ovvero, all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione dove le acque risultanti in vasca dovranno essere poi smaltite dall'impianto di aggotamento. Il dimensionamento risponde, in prima istanza, al caso relativo al funzionamento normale consentendo un numero di attivazioni consono alla tipologia di pompe (sarà in ogni caso operata una rotazione delle unità attivate per mezzo di un PLC dedicato), ma non compromettere l'azione delle squadre di intervento in stazione in caso di incendio.

#### 3.2.1 Componenti dell'impianto

Sulla base dei dati relativi agli accumuli idrici derivati dalle precipitazioni, dalle infiltrazioni, dall'attivazione del sistema antincendio e prevedendo l'utilizzo di:

- nr. 2 pompe di rilancio della portata di aggotamento pari a 50 m<sup>3</sup>/h;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

- nr. 1 pompa di rilancio con funzione trituratrice della portata di 20 m<sup>3</sup>/h (al fine di corrispondere all'eliminazione delle parti solide che potrebbero accumularsi nella parte più bassa della vasca).

L'obiettivo è quello di:

- Rilanciare le acque di lavaggio provenienti dalla stazione e dalla quota parte di competenza della galleria;
- Rilanciare le acque meteoriche provenienti dagli accessi (a loro volta rilanciate);
- Rilanciare gli accumuli idrici relativi all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione.

La stazione ha un rilancio con prevalenza altimetrica proporzionale alla quota esterna di riferimento dove è previsto l'allaccio delle tubazioni provenienti dal sottobanchina in camera sifonata (da verificare in fase esecutiva con l'ente competente per area di ubicazione della stazione).

Per gli accessi i rilanci verso la vasca nel sottobanchina sono commisurati al numero ed alla dimensione degli stessi.

Le informazioni pluviometriche per il dimensionamento impiantistico sono state ricavate dal documento di progetto definitivo "idrologia e idraulica – gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio".

### 3.3 Acque nere stazione

Gli scarichi relativi ai servizi igienici di stazione sono separati dalle acque bianche e vengono raccolti in un apposito sistema di accumulo stagno disposto al livello sottobanchina, composto da un gruppo di rilancio. Questo gruppo di accumulo è dotato di una pompa di rilancio trituratrice, per sollevamento e immissione a rete fognaria. Prima dell'immissione in fogna è presente un pozzetto di calma.

La pompe di rilancio trituratrici per acque nere è:

- P4: Portata 3,02 l/s (10,87 m<sup>3</sup>/h);
- P6: Portata 3,01 l/s (10,84 m<sup>3</sup>/h).

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

## 4. CALCOLO DEI FLUSSI

### 4.1 Premessa

Le informazioni pluviometriche per il dimensionamento impiantistico delle acque bianche sono state ricavate dal documento di progetto definitivo “idrologia e idraulica – gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio”.

Si riportano di seguito le verifiche di dimensionamento relative all’impianto di aggottamento per la stazione e i pozzi, tenendo in considerazione la contemporaneità delle seguenti portate entranti, in condizioni di esercizio normale:

- portata pluviometrica;
- portata acqua di lavaggio stazione;
- portata acque di lavaggio galleria metro;
- portata acque di infiltrazione;
- quanto concerne le condizioni di esercizio di emergenza;
- portata antincendio (idranti e sprinkler);
- portata pluviometrica.

### 4.2 Flussi impianti idrici e aggottamento stazione

Si riportano di seguito dati contenuti nella relazione idrologia/idraulica precedentemente trattata:

La “Stazione Politecnico” prevede le seguenti superfici totali di aperture/pensiline:

- Pensiline: 11 m<sup>2</sup>;
- Aperture a raso: 340 m<sup>2</sup>.

Si riporta di seguito l’individuazione cartografica delle aperture riscontrate e l’individuazione del collettore di scarico delle acque meteoriche e di quelle di drenaggio.

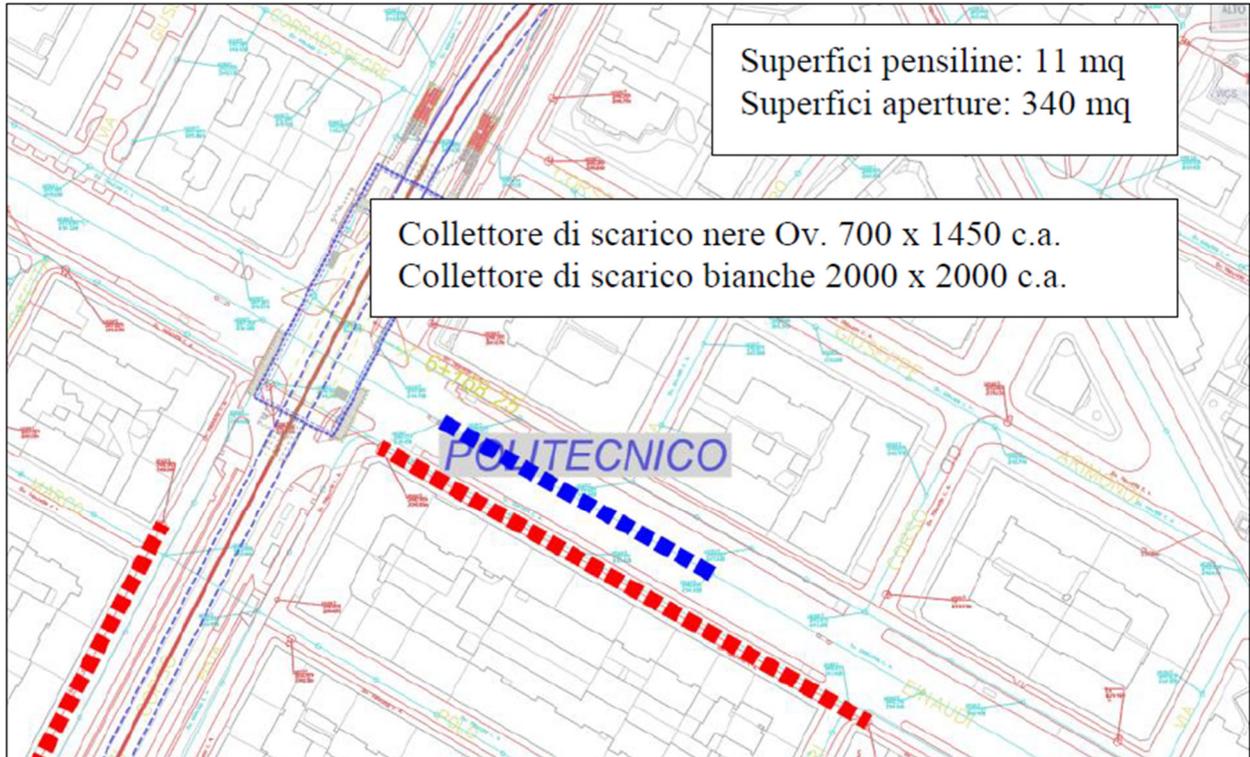


Figura 2. Individuazione superfici pensiline, aperture e individuazione recettore

Si riporta di seguito il calcolo della portata da smaltire quale massimo tra l'antincendio e quella meteorica. Si riporta inoltre la verifica preliminare della capacità del recettore finale.

Tabella 1. Calcolo delle portate meteoriche insistenti sulle aperture, delle portate antincendio e verifica preliminare del recettore individuato

Superficie aperture	Altezza h 10 min TR 50	Intensità i 10 min	Volume	Portata meteorica da smaltire		Volume vasca antincendio	Portata antincendio da smaltire	Volume vasca aggettamento	Portata teorica	Efficienza sistema
[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm/ora]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]		[m <sup>3</sup> ]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]	[%]
340.00	37.40	224.40	12.72	22.00		270.00	50.00	96	32,22	36%

Tabella 2. Calcolo delle portate meteoriche insistenti sulle pensiline e verifica preliminare del recettore individuato

Portata sistema pompaggio	Dimensione Recettore individuato		Pendenza recettore	Q recettore al 80% di riemp.	Percentuale riempimento recettore portata laminata
[l/s]	[-]		[%]	[l/s]	[%]
33,33	700 x 1450		0.26%	910.00	3.66%



Superficie pensiline	Altezza h 10 min TR 50	Intensità i 10 min	Volume	Portata meteorica da smaltire	Dimensione Recettore individuato	Pendenza recettore	Q recettore al 80% di riemp.	Percentuale riempimento recettore portata laminata
[m <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm/ora]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]	[-]	[%]	[l/s]	[%]
11.00	37.40	224.40	0.41	1.00	2000 x 2000	1.54%	8150.00	0.01%

### 4.3 Flussi acque nere

Il progetto prevede un numero limitato di utenze che necessitano di rete acque nere.

Di seguito è riportato lo schema di calcolo utilizzato per individuare la portata acque nere:

Calcolo tratti di scarico UNI 12056																										
Tipologia edificio:		Ristoranti, scuole, hotel, ospedali						fc= 0,7		fc= 0,7																
Pendenza:		1,0%						p= 1,0%		p= verticale																
		orinatoio	lavamani	lavabo	bidet	piatto doccia	vasca da bagno	lavello da cucina semplice e doppio	lavastoviglie	lavatoio per lavanderia	lavatrice fino a 6 kg	pozzetto a pavimento con uscita $\phi$ 50	pozzetto a pavimento con uscita $\phi$ 63	vasca da bagno idromassaggio	lavatrice da 7kg a 12kg	pozzetto a pavimento con uscita $\phi$ 75	Wc con scarico 6 litri	Wc con scarico 9 litri	vuotatoio	ALTRO (DU)	somma DU	Calcolo Qr	Diámetro calcolato ORIZZONTALE	Diámetro di progetto ORIZZONTALE	Diámetro calcolato COLONNA	Diámetro di progetto COLONNA
DU		0,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1,5	1,5	1,5	2	2,5			l/s	l/s	mm	mm	mm	mm
<b>PIANO ATRIO</b>																										
	WC		1													1					2,5	1,1	110		110	
	WC		1													1					2,5	1,1	110		110	
<b>PIANO BANCHINA</b>																										
	WC		1													1					2,5	1,1	110		110	
	WC		1													1					2,5	1,1	110		110	
	VASCA ACQUE NERE VIA2		3													3					7,5	1,9	110		110	
	VASCA ACQUE NERE VIA1		1													1					2,5	1,1	110		110	

Figura 3. Schema calcolo excel delle portate acque nere

In totale sono presenti 8 utenze disposte rispettivamente sul piano Atrio, piano primo Mezzanino e il piano Banchina (ulteriori dettagli sono rappresentati nella tavola schema generale "IMPIANTI NON DI SISTEMA - STAZIONE POLITECNICO - IMPIANTI DI SCARICO E AGGOTTAMENTO - SCHEMA GENERALE").

Le portate calcolate in l/s sono:

- Vasca acque nere VIA2: 1,9 l/s;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

- Vasca acque nere VIA1: 1,1 l/s.

Tale portata è stata utilizzata per il dimensionamento delle pompe trituratrici P4 e p6 di cui si riporta il valore di portata e prevalenza:

**Tabella 3. Dimensionamento delle portate delle pompe di sollevamento acque nere**

Pompa di sollevamento	Portata sistema pompaggio	Prevalenza
[-]	[l/s]	[m]
P4	3,02	28,1
P6	3,01	28,14

## 5. CARATTERISTICHE TECNICHE

### 5.1 Vasche acque nere

Stazioni di sollevamento prefabbricate con contenitori in polietilene, con capacità della capacità di 200 litri e 400 litri, con accessori di fissaggio non permanenti in acciaio inox.

Ogni vasca acque nere deve essere munita di:

- sistema di rapida estrazione ed inserimento di elettropompa sommergibile;
- regolatore automatico di livello a galleggiante;
- set completo di anelli di tenuta passaparete e gommini pressocavo;
- tappo per svuotamento di emergenza e gruppo allarme con sonda di livello e segnalatore;
- quadro elettrico di comando;
- min. nr. 1 connessione mandata: Ø 50;
- min nr. 2 ingressi: Ø110 e Ø50;
- una pompa di rilancio con funzione tritratrice;
- Alimentazione elettrica (monofase/trifase): 230÷400V-50Hz.

Caratteristiche pompa:

- girante: ghisa;
- corpo: ghisa;
- temperatura del liquido: 0°÷ 40°C;
- classe di isolamento: F;
- avviamento: diretto;

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

- portate: come da tabelle di dimensionamento;
- prevalenze: come da tabelle di dimensionamento;

## 5.2 Vasche aggotamento acque nere e chiare

Pompa sommergibile per acque di aggotamento reflue (contenenti corpi solidi e fibre) con girante semiaperta multicanale o con in versione con gruppo trituratore.

Dati tecnici generali:

- anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione;
- costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù;
- valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca;
- girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste;
- alloggio statore dotato di alette di raffreddamento;
- la pompa viene raffreddata dal liquido circostante;
- albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.
- serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo;
- dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata;
- apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.
- ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Caratteristiche pompa:

- girante: ghisa;
- corpo: ghisa;
- albero: acciaio inox;
- o-ring: gomma nitrilica;
- temperatura del liquido: 40°÷ 55°C;
- alimentazione elettrica trifase: 400V-50Hz;
- classe di isolamento: H;
- microtermostati di controllo: temperatura 120÷140°C (a seconda della pompa);

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

- avviamento: diretto (15/h);
- portate: come da tabelle di dimensionamento;
- prevalenze: come da tabelle di dimensionamento;

Caratteristiche valvola di flussaggio:

- ciclo: 20÷50 sec. ;
- corpo: ghisa;
- sfera: acciaio per cuscinetti;
- membrane: gomma nitrilica;

Caratteristiche regolatori di livello:

- corpo: polipropilene;
- temperatura del liquido: 0÷60°C.;
- peso specifico liquido: 0,65÷1,5 kg/dm<sup>3</sup>;
- corpo: ghisa;
- sfera: acciaio per cuscinetti;
- membrane: gomma nitrilica;
- cavo rivestito in PVC di lunghezza minima compresa tra 10-20 m (a seconda della tipologia di pompa: aggettamento accessi, vasca di aggettamento principale stazione/pozzi);
- grado di protezione: IP 68 .

### 5.3 Tubazioni

Le tubazioni di scarico a gravità (non in pressione) sono del tipo:

- PP (Polipropilene) a innesto, fino nella vasca di aggettamento/rilancio;
- PEAD a saldare per le acque nere a gravità.

Rete di rilancio in pressione è del tipo:

- in acciaio zincato filettato per tratte a vista;
- in materiale plastico per le tratte interrate.

## 6. CALCOLI

### 6.1 Verifica rete idrico-sanitaria

La presente sezione tratta la verifica della rete idrico sanitaria condotta in ottemperanza alla Norma UNI 9182. Operativamente si sono calcolate le perdite di carico lungo il percorso più critico, rappresentato nelle sottostanti figure, verificando che la pressione in corrispondenza del suo punto terminale superasse



il valore minimo richiesto dall'apparecchio ivi collocato (rubinetto DN 25), pari a 1 bar (10 m di colonna d'acqua).

Date le notevoli profondità dei piani al di sotto del piano atrio si è ritenuto di non verificare ulteriori percorsi, magari più lunghi e con maggiori singolarità rispetto a quello analizzato, quindi con maggiori perdite di carico che, però, sarebbero ampiamente compensate dall'incremento di pressione dovuto all'approfondimento delle condotte.

La verifica del dimensionamento è stata sviluppata considerando 2 rubinetti di lavaggio, 1 lavabo e 1 Vaso a cassetta in contemporaneo funzionamento.

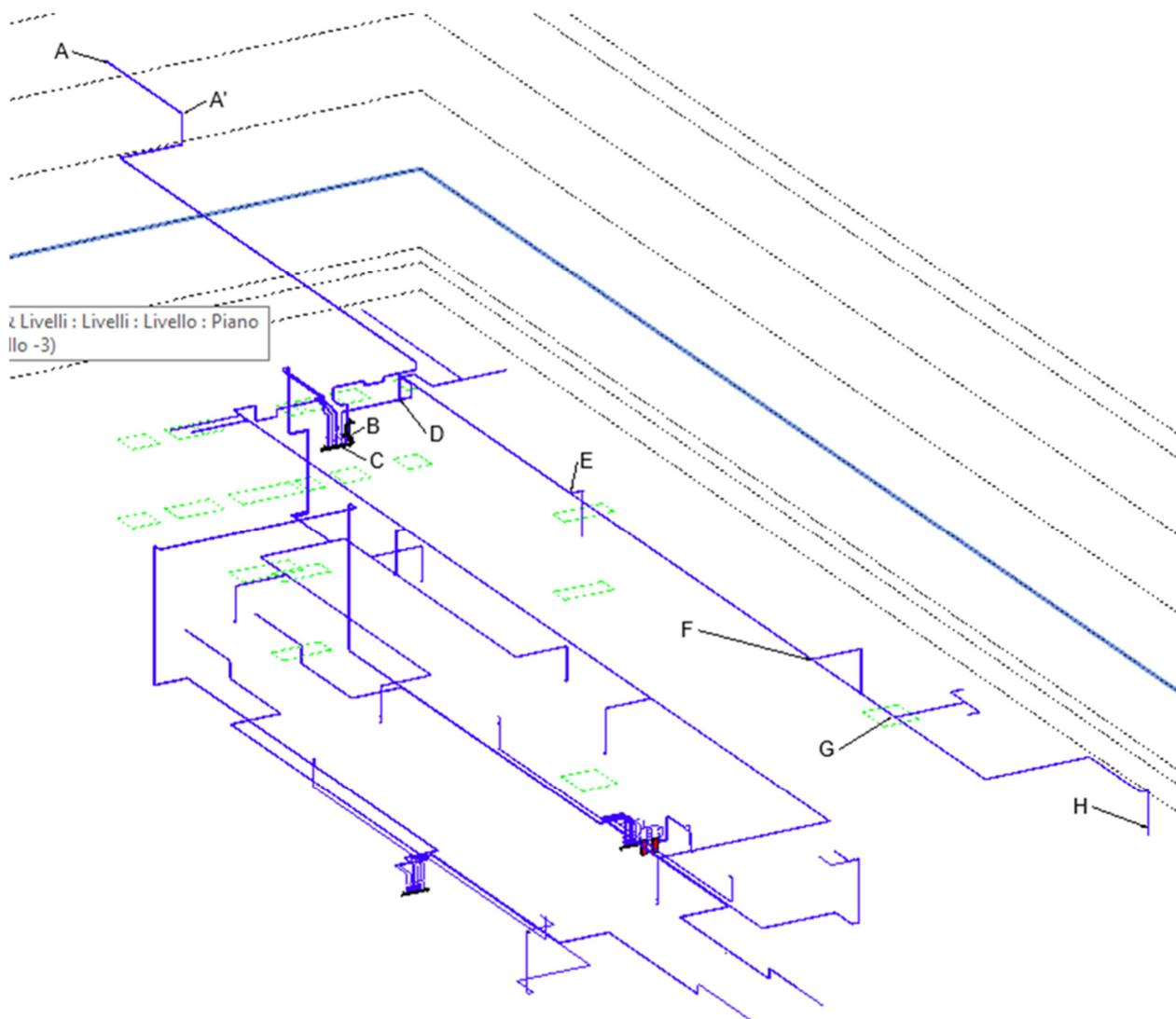




Figura 4 - Schema rete di adduzione idrica

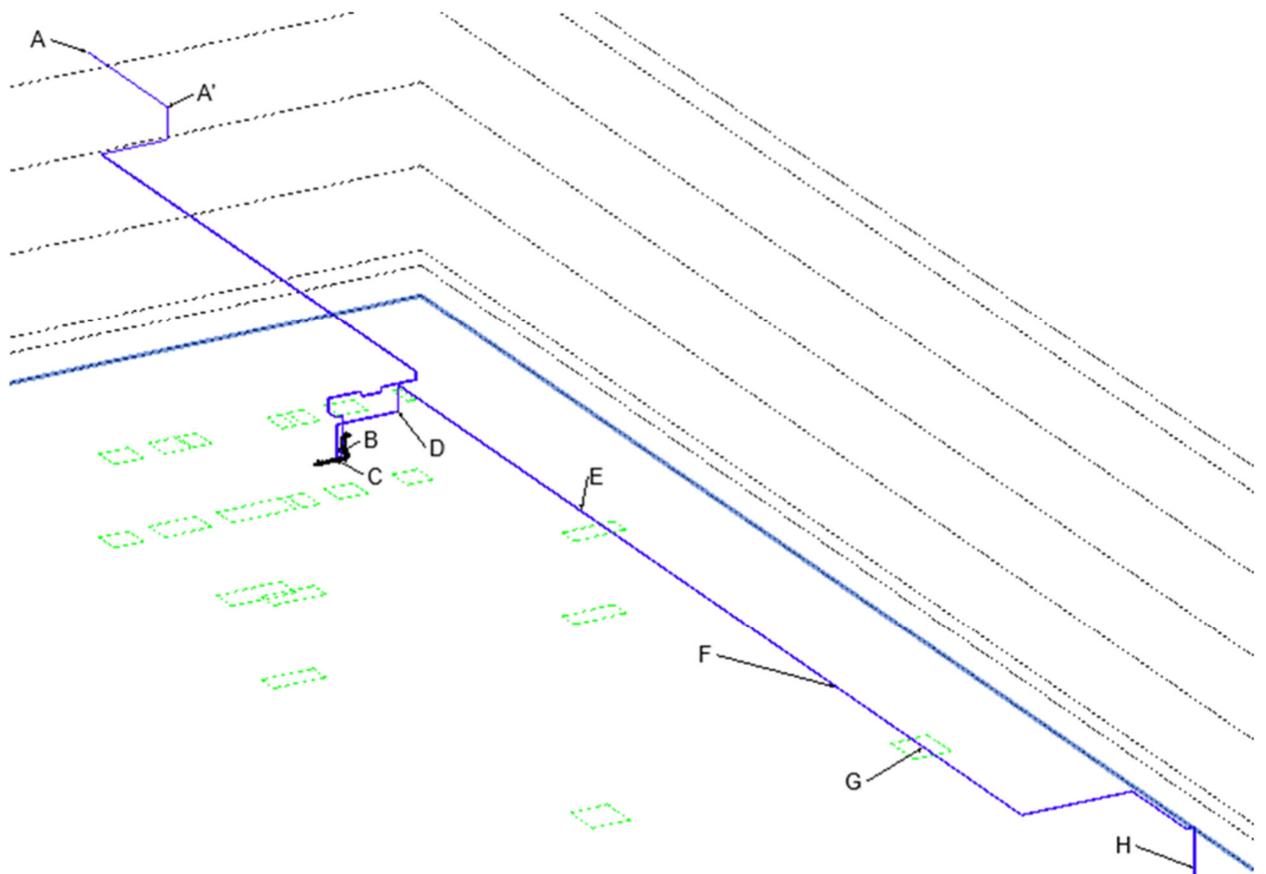


Figura 5 – Percorso critico

Il percorso di verifica si sviluppa dal punto A, sito a valle della cameretta di allacciamento alla rete acquedottistica comunale (denominata CAM nel prosieguo), raggiungendo il piano atrio della stazione per terminare, con uno sviluppo di circa 187 m, nel punto H, in corrispondenza del rubinetto di lavaggio dell'armadietto dell'idrante UNI 45 posto in corrispondenza dell'accesso Ovest della stazione, che risulta essere l'apparecchio più sfavorito tra quelli serviti dalla tratta di impianto considerata. Questo percorso fruisce in minima parte, rispetto al resto della stazione, del guadagno di pressione dovuto all'approfondimento delle tubazioni; ciò, unitamente al suo sviluppo, lo qualifica come percorso più critico.

Il calcolo delle perdite di carico si è articolato nel calcolo delle perdite di carico distribuite, ovvero quelle dovute alle resistenze al moto esercitate dalle tubazioni e nel calcolo delle perdite di carico concentrate, ovvero quelle dovute alle singolarità presenti lungo le tubazioni, come valvole e raccordi.

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

### 6.1.1 Calcolo delle perdite di carico distribuite

Le perdite di carico distribuite  $\Delta H_d$  sono state calcolate per mezzo della formula di Chezy (1), ma in ottemperanza alla citata Norma UNI 9182, che utilizza la formula di Darcy (2), abbinata all'equazione di Colebrook-White (3) per la determinazione del fattore di frizione  $\omega$ , ovvero utilizzando coefficienti di attrito di Strickler  $K_s$ , nella formula (1), che restituissero lo stesso valore della cadente  $J$  ottenuto inserendo nelle formule (2) e (3) i valori della scabrezza assoluta (rugosità) prescritti dalla citata Norma ( $K_s$  equivalente).

Questa operazione è stata condotta per semplificare i calcoli evitando procedimenti iterativi.

Le formule appena citate hanno le seguenti forme:

$$J = \left( \frac{v}{K_s \cdot R^{2/3}} \right)^2 \quad (1)$$

dove:

- $J$  è la cadente dei carichi totali, in m/m;
- $v$  è la velocità nella tubazione, in m/s;
- $K_s$  è il coefficiente di attrito di Strickler,  $\frac{m^{1/3}}{s}$ ;
- $R$  è il raggio idraulico della tubazione, corrispondente, per sistemi in pressione, ad  $\frac{1}{4}$  del diametro interno, in m;

$$J = \omega \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot D} \quad (2)$$

Dove:

- $g$  è l'accelerazione gravitazionale, pari a  $9.81 \text{ m/s}^2$ ;
- $D$  è il diametro interno della tubazione, in m;
- $\omega$  è il fattore di frizione, da determinarsi risolvendo l'equazione

$$\frac{1}{\sqrt{\omega}} = -2 \cdot \log_{10} \left( \frac{2.51}{R_e \cdot \sqrt{\omega}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71} \right) \quad (3)$$

con:

- $\varepsilon$  scabrezza assoluta (rugosità) della tubazione, assunta, per le tubazioni plastiche, pari a  $0.007 \text{ mm}$  e a  $0.03 \text{ mm}$  per i tubi in acciaio zincato;
- $D$  è il diametro interno della Condotta, in m<sup>2</sup>;
- $R_e$  numero di Reynolds, dato da

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo</b>
Galleria artificiale – Relazione di calcolo	5_MTL2T1A2DISSPOR001-0-2

$$Re = \frac{D \cdot v}{n}$$

ove:

- $D$  è il diametro interno della condotta, in m;
- $v$  è la velocità dell'acqua nella tubazione, in m/s;
- $n$  è la viscosità cinematica dell'acqua, Assunta, trattandosi di rete di distribuzione di acqua fredda sanitaria, pari a  $1.298 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  (con riferimento ad una temperatura del liquido di  $10^\circ$ )
- 

Moltiplicando la cadente calcolata per la lunghezza delle tubazioni sono state stimate le perdite di carico distribuite

$$\Delta H_d = J \cdot L$$

### 6.1.2 Calcolo delle perdite di carico concentrate

Le perdite di carico concentrate  $\Delta H_c$  sono state calcolate come multipli dell'altezza cinetica della corrente, ovvero

$$\Delta H_c = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

I coefficienti  $k$  sono stati presi:

- dalla citata Norma UNI 9182 con riferimento alle tubazioni plastiche (prospetto I.4) e metalliche (prospetto I.3), assumendo i valori medi degli intervalli indicate per quanto riguarda i raccordi;
- dalle pubblicazioni di affermati produttori per quanto concerne le valvole.

### 6.1.3 Risultati della verifica

La tabella seguente riporta i risultati dei calcoli svolti (sono indicati anche i valori dei coefficienti  $k$  di cui al paragrafo precedente).

**Tabella 4 – calcoli di verifica della rete di distribuzione idrico – sanitaria.**



COL	TRATTO	lavabo	bidet	orinatori	vasca	doccia	WC cassetta	WC Rapido	Lavello	idrantino 1"	TOTALE AFS	Portata	DN	Diametro interno	
	UC Freddo	1,5	1,5	0,75	3	3	5	10	4	10	UC Freddo	Q pr	DN	Di	L
	UC Caldo	1,5	1,5	0	3	3	0	0	0	0					
	UC Mista	2	2	0,75	4	4	5	10	4	10					
		qt.	qt.	qt.	qt.	qt.	qt.	qt.	qt.	qt.		l/h		m2	m

	UTENZA									
principale	utenza	4	0	0	0	0	4	0	0	23
atrio e primo mezzanino	utenza	2	0	0	0	0	2	0	0	13
banchina via 1	utenza	1	0	0	0	0	1	0	0	5
banchina via 2	utenza	1	0	0	0	0	1	0	0	4

## PERCORSO CRITICO

Piano	TRATTI									
TERRA										
	CAM-A	1					1			2
	A-A'	1					1			2
ATRIO										
	A'-B	1					1			2
	B-C	1					1			2
	C-D	1					1			2
	D-E	1					1			2
	E-F	1					1			2
	F-G									2
	G-H									1

PERDITE DI CARICO TOTALI

186,6



COL	TRATTO	scabrezza di Strickler - $K_s=a10xln(v)+b10$			Cadente piezometrica J (Darcy) [m c.a. /m]	Perdita distribuita $\Delta H_d$	K perdite concentrate	perdite di carico concentrate $\Delta H_c$	perdite di carico totali $\Delta H_t$	raccordo a T separatore di flusso (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		raccordo a T passaggi col separatore (da UNI 9182 - media dei coefficienti)	
		a10	b10	Ks						n°	KTsf	n°	KTps
	UC Freddo				J	$\Delta H_d$	totale	$\Delta H_c$	$\Delta H_t$	n°	KTsf	n°	KTps
	UC Caldo												
	UC Mista				m1/3/s	m c.a./m		m c.a.	m c.a.				

## PERCORSO CRITICO

Piano	TRATTI												
TERRA													
	CAM-A	12,904	121,810	112,60	0,0059	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	2,10	0,00	0,50
	A-A'	9,951	116,990	105,04	0,0018	0,02	0,10	0,00	0,02	0,00	1,10	0,00	0,10
ATRIO													
	A'-B	9,951	116,990	105,04	0,0018	0,11	11,60	1,55	1,67	0,00	1,10	0,00	0,10
	B-C	9,951	116,990	105,04	0,0018	0,01	7,70	0,04	0,04	0,00	1,10	0,00	0,10
	C-D	9,951	116,990	105,04	0,0018	0,01	3,30	0,02	0,03	0,00	1,10	0,00	0,10
	D-E	10,282	118,420	111,42	0,0066	0,17	1,30	0,02	0,19	1,00	0,90	0,00	0,10
	E-F	10,588	119,640	117,45	0,0209	0,71	0,20	0,01	0,71	0,00	1,00	1,00	0,10
	F-G	10,786	120,370	118,94	0,0290	0,34	2,10	0,08	0,42	0,00	1,60	1,00	0,50
	G-H	11,150	121,610	120,00	0,0402	1,26	10,80	0,41	1,67	0,00	2,00	1,00	0,70

## PERDITE DI CARICO TOTALI

2,63

2,12

4,76

COL	TRATTO	raccordo a T controflusso col separatore (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		raccordo a T - distributore (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		raccordo a T - passaggi col distributore (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		raccordo a T - controflusso col distributore (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		gomito a 90° (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		gomito a 45° (da UNI 9182 - media dei coefficienti)	
		n°	KTcf	n°	KTd	n°	KTpd	n°	KTcfd	n°	Kg90	n°	Kg45
	UC Freddo												
	UC Caldo												
	UC Mista												

## PERCORSO CRITICO

Piano	TRATTI												
TERRA													
	CAM-A	0,00	2,10	0,00	2,80	0,00	5,60	0,00	3,95	0,00	2,00	0,00	0,70
	A-A'	0,00	1,10	0,00	1,80	0,00	3,50	0,00	2,40	0,00	0,60	0,00	0,30
ATRIO													
	A'-B	0,00	1,10	1,00	1,80	0,00	3,50	0,00	2,40	13,00	0,60	0,00	0,30
	B-C	0,00	1,10	1,00	1,80	0,00	3,50	0,00	2,40	3,00	0,60	0,00	0,30
	C-D	0,00	1,10	0,00	1,80	0,00	3,50	0,00	2,40	1,00	0,60	0,00	0,30
	D-E	0,00	0,90	0,00	1,40	0,00	2,80	0,00	1,70	1,00	0,40	0,00	0,30
	E-F	0,00	0,75	0,00	1,40	0,00	2,80	0,00	1,70	0,00	0,40	0,00	0,30
	F-G	0,00	0,60	0,00	1,40	0,00	2,60	0,00	1,30	0,00	1,60	0,00	0,40
	G-H	0,00	0,30	0,00	1,50	0,00	2,80	0,00	1,80	5,00	1,70	0,00	0,40

## PERDITE DI CARICO TOTALI



COL	TRATTO	riduzione (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		giunto(da UNI 9182 - media dei coefficienti)		collettore (da UNI 9182 - media dei coefficienti)		curva ad ampio raggio (Caleffi)		valvola di intercettazione diritta (Caleffi)		valvola di intercettazione inclinata (Caleffi)	
		n°	Kr	n°	Kg	n°	Kc	n°	Kcg	n°	Kvd	n°	Kvi
	UC Freddo												
	UC Caldo												
	UC Mista												

## PERCORSO CRITICO

Piano	TRATTI												
TERRA													
	CAM-A	0,00	0,25	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	A-A'	0,00	0,10	1,00	0,10	0,00	1,10	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
ATRIO													
	A'-B	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	1,10	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	B-C	0,00	0,10	0,00	0,10	1,00	1,10	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	C-D	0,00	0,10	0,00	0,10	1,00	1,10	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	D-E	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	0,90	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	E-F	1,00	0,10	0,00	0,10	0,00	1,00	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	F-G	1,00	1,60	0,00	0,80	0,00	1,60	0,00	0,30	0,00	10,00	0,00	5,00
	G-H	1,00	1,60	0,00	0,60	0,00	2,00	0,00	0,50	0,00	10,00	0,00	5,00

## PERDITE DI CARICO TOTALI

COL	TRATTO	saracinesca a passaggio ridotto (Caleffi)		saracinesca a passaggio totale (Caleffi)		valvola a sfera a passaggio ridotto (Caleffi)		valvola a sfera a passaggio totale (Caleffi)		valvola a farfalla (Caleffi)		valvola di ritegno (Caleffi)	
		n°	Ksr	n°	Kst	n°	Ksfr	n°	Ksft	n°	Kf	n°	Knr
	UC Freddo												
	UC Caldo												
	UC Mista												

## PERCORSO CRITICO

Piano	TRATTI												
TERRA													
	CAM-A	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	1,50	0,00	1,00
	A-A'	0,00	0,60	0,00	0,10	0,00	0,60	0,00	0,10	0,00	1,00	0,00	1,00
ATRIO													
	A'-B	0,00	0,60	0,00	0,10	0,00	0,60	0,00	0,10	1,00	1,00	1,00	1,00
	B-C	0,00	0,60	0,00	0,10	0,00	0,60	0,00	0,10	2,00	1,00	1,00	1,00
	C-D	0,00	0,60	0,00	0,10	1,00	0,60	0,00	0,10	1,00	1,00	0,00	1,00
	D-E	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	1,50	0,00	1,00
	E-F	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	1,50	0,00	1,00
	F-G	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	0,80	0,00	0,10	0,00	1,50	0,00	1,00
	G-H	0,00	1,00	0,00	0,20	0,00	1,00	0,00	0,20	0,00	2,00	0,00	2,00

## PERDITE DI CARICO TOTALI



COL	TRATTO	bollitore/serbatoio		filtro raccogliatore di impurità		riduttore di pressione		valvola di taratura		Velocità	Velocità limite	VERIFICA
		n°	Kb	n°	DH [m]	n°	DH [m]	n°	DH [m]	v m <sup>3</sup> /s	v m <sup>3</sup> /s	
	UC Freddo											
	UC Caldo											
	UC Mista											

## PERCORSO CRITICO

Piano	TRATTI											
TERRA												
	CAM-A	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,490	2,00	SI
	A-A'	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,301	2,00	SI
ATRIO												
	A'-B	0,00	1,50	1,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,20	0,301	2,00	SI
	B-C	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,301	2,00	SI
	C-D	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,301	2,00	SI
	D-E	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,506	2,00	SI
	E-F	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,813	2,00	SI
	F-G	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,876	2,00	SI
	G-H	0,00	1,50	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,20	0,866	2,00	SI

## PERDITE DI CARICO TOTALI

Come si evince dall'esame della soprastante tabella le perdite di carico lungo il percorso critico ammontano a 4.76 m, a fronte di un approfondimento del sistema di condotte di 7.50 m rispetto al piano campagna. Le pressioni in corrispondenza dei rubinetti di erogazione degli apparecchi sanitari e di lavaggio della stazione risultano, quindi, tutte abbondantemente superiori alle minime prescritte dalla Norma UNI 9182 e tali resteranno anche al superamento della vita utile delle condotte, anche in caso di formazione di abbondanti incrostazioni, cui corrisponderebbe una rugosità (scabrezza assoluta) di 1 mm. In tal caso, infatti, le perdite di carico distribuite andrebbero moltiplicate per un fattore amplificativo medio sui diametri considerati pari a 2.1, portando le perdite di carico totali al valore di circa 7.65 m.