

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE
E:

MANDATARIA **rpa** MANDANTE



PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

Relazione idrologico-idraulica stazioni

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO Ing. A. DI PALMA D'Agostino Angelo Antonio Costruzioni Generali s.r.l. (data e firma)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI (data e firma)	---

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA PROGR. REV.

IA3S 01 E ZZ RI ID0002 003 D

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	L. Flaminio	Mag. 2021	G. Di Marco	Mag. 2021	M. Rasimelli	Mag. 2021	N. Arcelli
B	REVISIONE IN RISPOSTA A RDV IA3S-RV-000000088	L. Flaminio	Ott. 2021	G. Di Marco	Ott. 2021	M. Rasimelli	Ott. 2021	
C	REVISIONE IN RISPOSTA A RDV IA3S-RV-000000263	L. Flaminio	Feb. 2022	G. Di Marco	Feb. 2022	M. Rasimelli	Feb. 2022	
D	REVISIONE IN RISPOSTA A RDV IA3S-RV-000000434	L. Flaminio	Giu. 2022	G. Di Marco	Giu. 2022	M. Rasimelli	Giu. 2022	

File: IA3S01EZZRIID0002003D

n. Elab.

INDICE

1	PREMESSA	5
2	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	6
3	LE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA E L'INVARIANZA IDRAULICA	9
4	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE	10
4.1	Altezze di pioggia di durata inferiore all'ora	10
5	METODOLOGIA DI CALCOLO	11
5.1	Il modello numerico SWMM.....	11
5.1.1	<i>Le superfici scolanti</i>	11
5.1.2	<i>Determinazione della pioggia efficace</i>	13
5.1.3	<i>Tempo di corrivazione</i>	15
5.2	Il metodo cinematico.....	15
6	TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DEI PIAZZALI CARRABILI	18
6.1	Generalità sulle acque di prima pioggia	18
6.2	Descrizione dello schema di funzionamento.....	18
7	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	21
7.1	Cunetta alla francese.....	21
7.2	Caditoie grigliate.....	22
7.3	Caditoia a bocca di lupo	25
7.4	Griglia di drenaggio dei sottopassi.....	26
7.5	Condotte di drenaggio	27
7.6	Pozzetti di ispezione.....	27
7.7	Vasca di accumulo delle acque di prima pioggia	28
7.8	Sedimentatori e disoleatori	29
7.9	Vasche di laminazione ed impianti di sollevamento	32
8	DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO	34
8.1	Fermata Campus.....	34
8.1.1	<i>Vasca NE</i>	35
8.1.2	<i>Vasca NO</i>	40
8.1.3	<i>Vasca SO</i>	44
8.1.4	<i>Vasca N</i>	49
8.1.5	<i>Vasca SE</i>	54
8.2	Stazione Executive	59
8.2.1	<i>Vasca di prima pioggia e vasca "Monte"</i>	60
8.2.2	<i>Vasca "Valle"</i>	68
8.3	Stazione Triggiano.....	73
8.3.1	<i>Vasca di prima pioggia e vasca di laminazione</i>	74
8.4	Drenaggio stradale sulle viabilità in progetto connesse alle stazioni	83
8.5	Elenco degli elaborati correlati al drenaggio di piattaforma dei piazzali delle stazioni	83
9	APPENDICE 1: RISULTATI DELLE SIMULAZIONI: PROFILI E TABELLE	86
9.1	Fermata Campus.....	86
9.1.1	<i>Campus - Vasca NE</i>	86
9.1.2	<i>Campus - Vasca NO</i>	89
9.1.3	<i>Campus - Vasca SE</i>	91
9.1.4	<i>Campus - Vasca SO</i>	92
9.2	Stazione Executive	97

9.3	Stazione Triggiano.....	115
10	APPENDICE 2: IDROGRAMMI AFFERENTI ALLE VASCHE	121
10.1	Fermata Campus.....	121
10.2	Stazione Executive.....	124
10.3	Stazione Triggiano.....	125

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 5 DI 125

1 PREMESSA

Il presente lavoro è parte integrante degli elaborati specialistici relativi allo studio idrologico ed idraulico del Progetto esecutivo per il Riassetto del Nodo di Bari.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento, all'eventuale trattamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma delle stazioni connesse al nuovo tracciato ferroviario.

Il progetto esecutivo in oggetto prevede una variante di cintura della linea ferroviaria Bari – Lecce, tra le stazioni di Bari Centrale e Bari Torre a mare, nell'ambito del quale sono previste tre nuove stazioni ferroviarie: la Fermata Campus, la Stazione Executive e la Stazione Triggiano.

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici considerati per il dimensionamento dei manufatti di raccolta, smaltimento ed eventuale trattamento delle acque di drenaggio dei piazzali delle stazioni.

La fase di progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di progettazione *RFI / ITALFERR* in riferimento alla portata di progetto (tempo di ritorno pari a 25 anni) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio (modello di moto vario).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 6 DI 125

2 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

L'intervento prevede la realizzazione di una variante di cintura composta dalla radiale d'ingresso/uscita in Bari Centrale che ripercorre il tracciato in area urbana delle Ferrovie del Sud-Est (FSE) per poi porsi agli estremi del territorio comunale con ritorno sulla linea esistente prima dell'abitato di San Giorgio – Torre a mare.

In *Figura 1* sono evidenziati il tracciato esistente (in blu), il tracciato RFI in variante (in marrone scuro), il tracciato FSE in variante (in marrone chiaro). Nell'immagine, inoltre, sono evidenziate le tre nuove stazioni previste nel progetto: la Fermata Campus, la Stazione Executive e la Stazione Triggiano.



Figura 2-1 - Inquadramento dell'opera con le stazioni in progetto.

La variante di tracciato si sviluppa per circa 10 km, impegnando in uscita dalla stazione di Bari Centrale il corridoio attualmente occupato dalle Ferrovie del Sud Est e ricongiungendosi con la linea storica circa 2.5 km dopo l'abitato di San Giorgio (BA). Il nuovo tracciato ferroviario attraversa il territorio dei Comuni di Bari, Triggiano e Noicattaro. La ferrovia attraversa una zona sostanzialmente pianeggiante, in cui i due principali corsi d'acqua, a carattere spiccatamente torrentizio, sono la Lama Valenzano e la Lama San Giorgio. Il suo tracciato si sviluppa parte in rilevato e parte in trincea.

La fermata Campus (*Figura 2-2*) è posizionata alla progressiva Km 0+575.00 e prevede due piazzali pedonali e due sottopassi ciclopeditoni per una superficie totale di occupazione pari a 2,05 ha circa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	7 DI 125

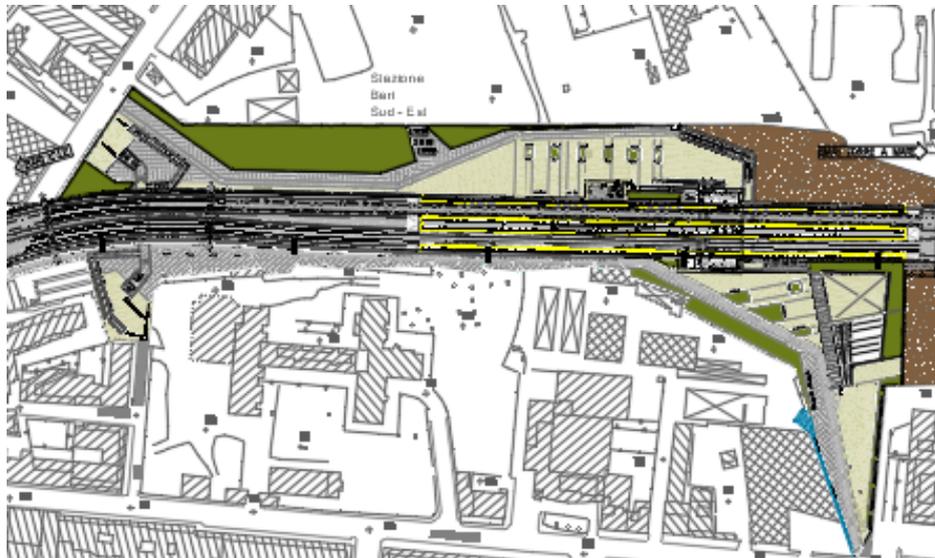


Figura 2-2 – Fermata Campus.

La stazione Executive (Figura 2-3) è posizionata alla progressiva Km 2+107.35 e comprende un ampio piazzale carrabile comprensivo di un esteso parcheggio per le autovetture e gli autobus, un piazzale pedonale e tre diverse viabilità di accesso (tra le quali c'è la NV03) per una superficie totale di occupazione pari a 6,40 ha circa.



Figura 2-3 – Stazione Executive.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	8 DI 125

La stazione Triggiano (*Figura 2-4*) si trova in corrispondenza della progressiva Km 7+020 e prevede un ampio piazzale carrabile comprensivo di un esteso parcheggio per le autovetture e gli autobus e di una viabilità di accesso (NV08) per una superficie totale di occupazione pari a 1,85 ha circa.

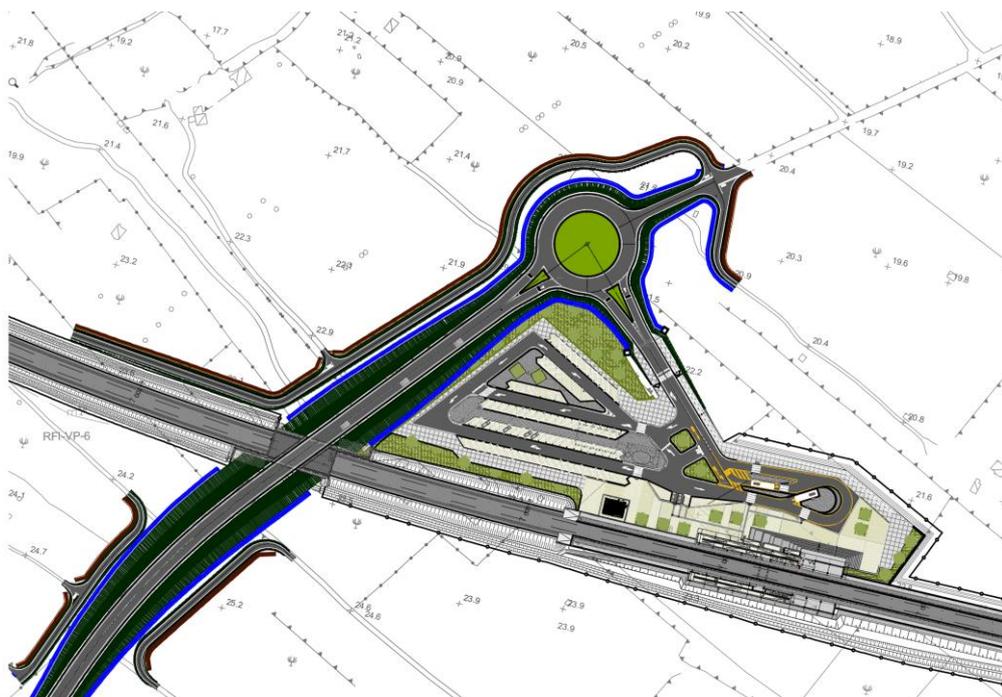


Figura 2-4 – Stazione Triggiano.

I recapiti finali delle acque meteoriche sono in parte la fognatura esistente in altri casi i fossi di guardia con recapiti nelle lame.

Per quanto riguarda il dettaglio dell'allaccio alla fognatura esistente si rimanda alla fase progettuale successiva per mancata disponibilità dei dati relativi alla fognatura esistente.

Analoga considerazione è valida anche per i recapiti in fogna nera dei bagni di stazione; per tali allacci si rimanda alla fase progettuale successiva.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	9 DI 125

3 LE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA E L'INVARIANZA IDRAULICA

La tutela dei corpi idrici dall'inquinamento è disciplinata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche/integrazioni. Il D.Lgs. 152/2006 demanda alle Regioni la definizione e la disciplina delle "acque di prima pioggia". Per la quantificazione delle acque di prima pioggia, il riferimento normativo principale è il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 883/07 del 19 giugno 2007 pubblicata sul B.U.R.P. n. 102 del 18 Luglio 2007.

Sulla base di questo documento, le acque di prima pioggia sono definite come: *"le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, per un'altezza di precipitazione uniformemente distribuita:*

- *di 5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili, inferiore o uguale a 10.000 m²;*
- *compresa tra 2,5 e 5 mm per superfici di estensione maggiore di 10.000 m², valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di accesso alla vasca di raccolta".*

Nonostante i piazzali delle stazioni non ricadano nell'elenco delle aree per cui va previsto un trattamento delle acque di prima pioggia si è ritenuto opportuno prevedere un sistema di depurazione delle acque di scarico dei piazzali carrabili delle stazioni onde ridurre l'impatto ambientale delle suddette opere. Gli impianti di trattamento, cautelativamente, sono dimensionati prevedendo lo stoccaggio di un'altezza di precipitazione uniformemente distribuita pari a 5 mm anche per le superfici scolanti aventi estensione superiore ai 10.000 m².

Data l'ampia estensione delle stazioni e dei piazzali, nel presente progetto si intende inoltre seguire le indicazioni riportate nella bozza del Piano di Monitoraggio Ambientale della Regione Puglia secondo le quali *"[...] Nella progettazione e realizzazione delle opere tendere al raggiungimento dell'invarianza idraulica rispetto alle condizioni pre-insediative minimizzando le superfici impermeabili e prevedendo sistemi di accumulo, laminazione ed infiltrazione delle acque meteoriche [...]".* Il concetto d'invarianza idraulica prevede la restituzione nel recettore finale di una portata proveniente da una superficie di nuovo insediamento pari a quella che arriverebbe al corpo idrico in condizioni indisturbate del territorio, onde perseguire la cosiddetta invarianza idraulica del territorio.

La normativa a cui si fa riferimento in questo ambito è il Programma di Tutela ed Uso delle Acque della Regione Lombardia, che stabilisce che, per ridurre *"[...] le portate meteoriche drenate sia dalle esistenti aree scolanti, sia dalle aree di futura urbanizzazione [...] occorre prevedere l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori e comunque entro i seguenti limiti:*

- *20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali o riguardanti attività commerciali o di produzione di beni;*
- *40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree già dotate di reti fognarie."*

Poiché le stazioni vengono a trovarsi in aree già dotate di reti fognarie, per il dimensionamento delle vasche di laminazione si è adottato un valore di portata uscente che viene calcolato tramite la definizione di coefficiente udometrico pari a 40 l/s ha e che, di conseguenza, varia in funzione dell'estensione della superficie sottesa dal sistema di drenaggio.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	10 DI 125

4 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Per la definizione delle portate transitanti nel sistema di drenaggio dei piazzali delle stazioni ferroviarie si utilizza un modello numerico di moto vario, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno pari a 25 anni (come da prescrizioni del manuale *RFI/ITALFERR*).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti seguendo l'analisi idrologica riportata nella relazione idrologica, facente parte degli elaborati progettuali relativi al "Progetto esecutivo per il riassetto del Nodo di Bari".

In tale relazione vengono definiti i coefficienti a ed n delle leggi di possibilità pluviometrica mediante l'analisi statistica secondo Gumbel. Per individuare la stazione pluviometrica maggiormente rappresentativa della zona in cui si prevede l'intervento si è utilizzato il metodo dei poligoni di Thiessen. Tale approccio ha portato all'individuazione della stazione pluviometrica di Bari.

Secondo tale criterio l'equazione di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 25 anni risulta essere:

$$h = 51,03 * t_p^{0,193}$$

4.1 Altezze di pioggia di durata inferiore all'ora

Gli eventi di pioggia lunghi ($1-2 \text{ h} < t < 24 \text{ h}$) e quelli brevi ($t < 1-2 \text{ h}$) seguono differenti dinamiche meteorologiche. Di conseguenza dalle misure delle altezze di pioggia h_t con durata $1-2 < t < 24$ non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi. In altri termini, la curva di possibilità pluviometrica costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere estrapolata per valori di durata t inferiore all'ora.

È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata 60 minuti a parità di tempo di ritorno T , è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Si dimostra come tale legame funzionale possa essere espresso nella semplice forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

in cui s è un coefficiente che assume un diverso valore in funzione della regione in esame. Per quanto riguarda la regione Puglia, tale parametro assume valore pari a 0.227 ed il legame funzionale risulta, quindi:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0,227}$$

da cui si ottiene la curva di possibilità pluviometrica per piogge brevi:

$$h_{t,T} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0,227} \cdot h_{60,T}$$

Fissato, quindi, il tempo di ritorno T_r pari a 25 anni, l'altezza di pioggia relativa ad un tempo di pioggia di un'ora risulta pari a 51,03 mm·ore⁻ⁿ. I parametri da utilizzare per leggi di pioggia con tempi inferiori all'ora sono, quindi, pari a:

Drenaggio piazzali	Staz. di Bari T_r 25 anni	$a = 0,05103 \text{ [m·ore}^{-n}\text{]}$	$n = 0,227$
--------------------	--------------------------------	---	-------------

Tabella 4-1 - Parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 11 DI 125

5 METODOLOGIA DI CALCOLO

La verifica idraulica delle condotte per lo smaltimento delle acque di piattaforma dei piazzali delle stazioni è stata condotta utilizzando un modello numerico di moto vario.

Il dimensionamento delle componenti del sistema di drenaggio stradale viene sviluppato grazie all'utilizzo del metodo cinematico che consente di determinare la portata di piena relativa al bacino a monte della componente analizzata.

5.1 Il modello numerico SWMM

La verifica idraulica delle aree oggetto di studio è stata realizzata usando un modello numerico di moto vario. Il software adoperato per la modellazione è SWMM (Storm Water Management Model) messo a punto dall'Environmental Protection Agency (EPA) degli Stati Uniti che considera ogni bacino come un serbatoio non lineare. L'equazione del bilancio idrologico definisce come il volume di precipitazione si distribuisca nelle varie componenti ed individua la aliquota efficace alla formazione dei deflussi. Trascurando l'evaporazione, il deflusso superficiale ha origine nel momento in cui l'afflusso meteorico ha superato la capacità di invaso del bacino.

Lo scorrimento superficiale viene calcolato dal modello tramite l'equazione di Manning. Il bilancio di continuità, risolto numericamente e accoppiato alla equazione del moto, consente di ottenere portata, velocità e altezza d'acqua nel tempo sulla superficie del bacino.

Come interfaccia è stato utilizzato Storm and Sanitary Analysis dell'Autodesk compatibile sia con SWMM che con Autocad e GIS.

5.1.1 Le superfici scolanti

La definizione precisa delle aree scolanti ed in particolar modo delle loro caratteristiche superficiali è il problema più oneroso in fase di definizione del modello. Una non corretta schematizzazione porterebbe a degli errori nel computo dei deflussi superficiali con ovvie ripercussioni poi sulla valutazione delle caratteristiche idrauliche della rete drenante. Come visto in precedenza, l'intero bacino è suddiviso in sottobacini, i quali a loro volta sono divisi in tre aree a simulare le zone impermeabili, con e senza capacità di immagazzinamento dovuta a depressioni nel terreno (A1 e A3), e quelle permeabili con capacità di immagazzinamento (A2). Il deflusso da tali aree è modellato con le stesse equazioni del metodo dell'invaso; per semplicità però la forma che viene assegnata alle superfici scolanti è quella rettangolare inclinata, definita dalla larghezza e dall'area, in maniera analoga al metodo cinematico.

Con riferimento all'immagine di seguito, si ha:

- A1, A3 = superfici impermeabili;
- A2 = superficie permeabile;
- W = larghezza della superficie scolante;
- Q1 = portata proveniente dalla superficie impermeabile;
- Q2 = portata proveniente dalla superficie permeabile.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 12 DI 125

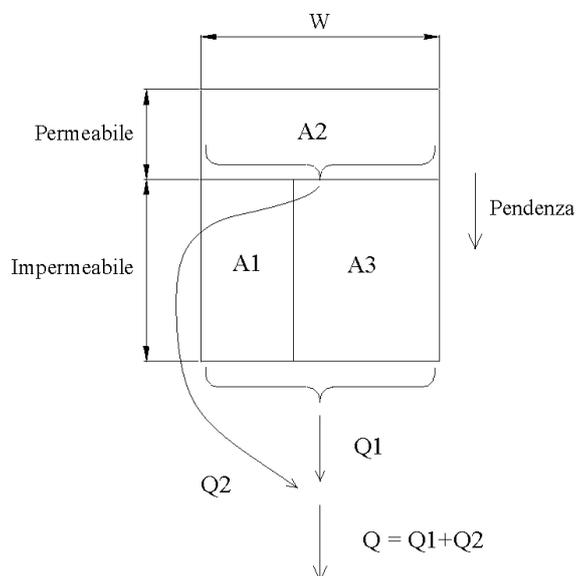


Figura 5-1 - Schematizzazione delle aree scolanti nel modello numerico SWMM.

I deflussi superficiali sono generati per le tre aree sopra descritte, assumendo il comportamento di ognuna di esse come quello di un serbatoio non lineare, il cui comportamento è schematizzato nella Figura seguente:

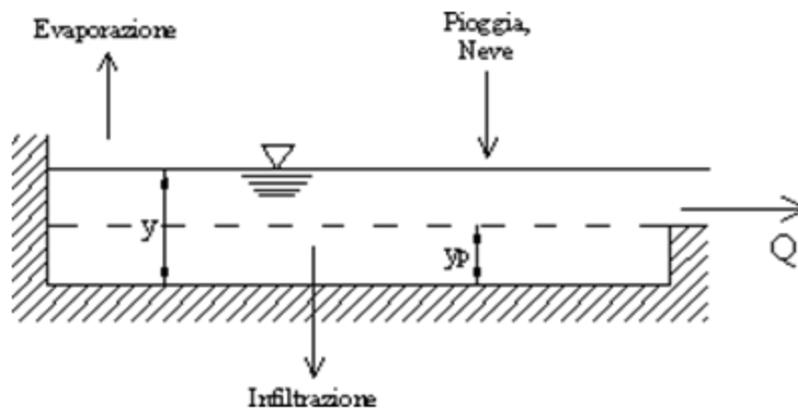


Figura 5-2 - Schema di funzionamento di un serbatoio non lineare.

Questa configurazione definita come a parametri spazialmente raggruppati permette di validare l'ipotesi di una superficie scolante di forma rettangolare, la cui larghezza W definisce a sua volta la dimensione principale del serbatoio.

Il comportamento del serbatoio non lineare viene descritto accoppiando l'equazione di continuità con l'equazione di Manning.

L'equazione di continuità, detta anche "dei serbatoi", per le singole aree può essere scritta così:

$$\frac{dV}{dt} = A \cdot \frac{dy}{dt} = A \cdot j^* - Q$$

Essendo:

- V = Ay, volume d'acqua sulla superficie scolante;
- A = area della superficie scolante;
- Q = portata scolante;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 13 DI 125

- j^* = intensità di pioggia al netto delle perdite per infiltrazione ed evaporazione.

La portata viene calcolata sfruttando l'equazione di Manning:

$$Q = \frac{W}{n} \cdot S^{\frac{1}{2}} (y - y_p)^{\frac{5}{3}}$$

dove

- W = larghezza della superficie scolante;
- S = pendenza della superficie scolante;
- n = coefficiente di Manning;
- y_p = profondità che determina la capacità di immagazzinamento;
- y = tirante effettivo d'acqua;

Combinando le due equazioni che seguono,

$$\frac{dy}{dt} = j^* - \frac{WS^{\frac{1}{2}}}{nA} (y - y_p)^{\frac{5}{3}}$$

$$WCON = -\frac{WS^{\frac{1}{2}}}{nA}$$

si ottiene un'equazione differenziale non lineare che può essere risolta nell'unica variabile y :

$$\frac{dy}{dt} = j^* + WCON (y - y_p)^{\frac{5}{3}}$$

I parametri precedentemente indicati come fondamentali nella taratura del modello vengono inglobati in un unico coefficiente.

$$\frac{y_2 - y_1}{\Delta t} = j^* + WCON \left[y_1 + \frac{1}{2} (y_2 - y_1) - y_p \right]^{\frac{5}{3}}$$

L'equazione differenziale viene risolta ad ogni passo temporale secondo uno schema alle differenze finite. La j^* viene mediata dal programma su ogni step temporale, così che la portata in uscita dal serbatoio non lineare viene calcolata utilizzando la media tra la vecchia e la nuova y . Indicando con 1 e 2 rispettivamente l'inizio e la fine di ogni step temporale, l'equazione discretizzata diventa:

$$f(y) = \frac{y_2 - y_1}{\Delta t} - j^* - WCON \left[y_1 + \frac{1}{2} (y_2 - y_1) - y_p \right]^{\frac{5}{3}}$$

L'equazione è risolta rispetto a y_2 utilizzando il metodo iterativo di Newton-Raphson:

$$f'(y) = \frac{1}{\Delta t} - \frac{5}{6} WCON \left[y_1 + \frac{1}{2} (y_2 - y_1) \right]^{\frac{2}{3}}$$

Si ha quindi, ad ogni iterazione successiva:

$$y(i+1) = y_i - \frac{f(y_i)}{f'(y_i)}$$

5.1.2 Determinazione della pioggia efficace

Per integrare l'equazione risolutiva è necessario determinare la frazione efficace della pioggia ad ogni istante t . A tal scopo è utile determinare un coefficiente di deflusso φ , costante, con il quale tenere conto delle perdite per evaporazione, per infiltrazione e per ristagno. Questa impostazione porta a scrivere l'equazione nella forma:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 14 DI 125

$$A\varphi \frac{dy}{dt} = A\varphi \cdot j^* - \frac{WS^{\frac{1}{2}}}{n} (y - y_p)^{\frac{5}{3}}$$

ottenendo:

$$\frac{dy}{dt} = j^* - K \cdot y^{\frac{5}{3}}$$

Nel coefficiente K viene adesso inglobato anche il coefficiente di deflusso, che esprime la percentuale di portata in ingresso realmente uscente dal serbatoio non lineare.

La valutazione delle perdite per infiltrazione viene operata utilizzando il modello empirico di Horton, che calcola la capacità di infiltrazione del suolo in funzione del tempo secondo la relazione:

$$f = f_{\infty} + (f_0 - f_{\infty}) \cdot e^{-\alpha t}$$

con:

- $f = f(t)$ portata unitaria filtrante all'istante t (m/s);
- f_{∞} = valore di f per $t = \infty$ (m/s);
- f_0 = valore di f per $t = 0$ (m/s);
- α = coefficiente di decadimento della capacità infiltrante (s^{-1});
- t = tempo intercorso dall'inizio della precipitazione (s);

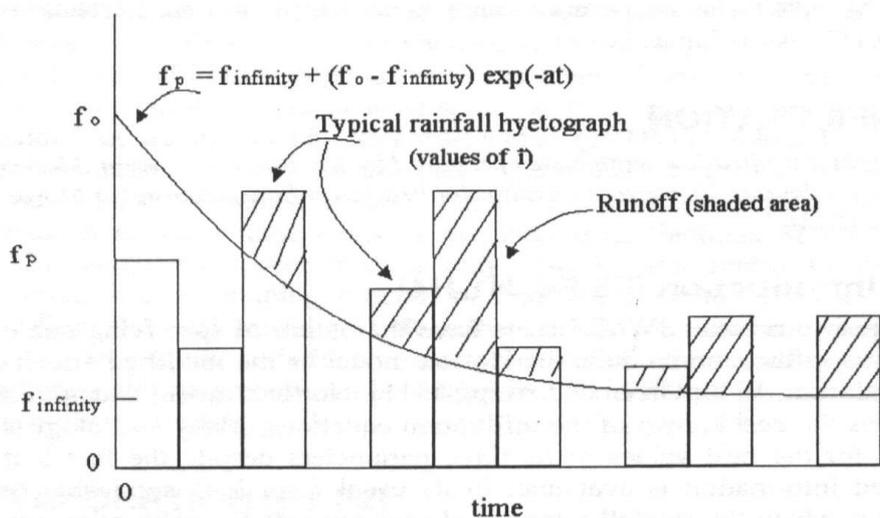


Figura 5-3 - Andamento della funzione di infiltrazione di Horton.

La simulazione di un coefficiente di deflusso costante con RUNOFF può pertanto realizzarsi in questo modo:

- impostare la percentuale impermeabile della superficie scolante ($A1+A3$) pari al coefficiente di deflusso;
- porre uguale a zero la percentuale di superficie impermeabile dotata di capacità di immagazzinamento dell'acqua ($A1 = 0$ e $y_p = 0$);
- porre f_0 e f_{∞} un valore molto elevato, e contemporaneamente assegnare ad α un valore arbitrario in modo tale che la superficie $A2$ sia sempre non contribuyente;
- trascurare l'evaporazione.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 15 DI 125

5.1.3 Tempo di corrivazione

Un altro parametro fondamentale nella definizione della geometria da assegnare alle aree scolanti è il tempo di corrivazione o tempo di concentrazione, definito come il tempo necessario a una particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura partendo dal punto idraulicamente più lontano e muovendosi con velocità v calcolata con l'equazione di Manning.

Indicando il tempo di corrivazione con t_c , si ha:

$$t_c = \frac{L}{v}$$

con:

$$v = \frac{1}{n} \cdot y^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad \text{equazione di Manning di moto uniforme}$$

$$L = \frac{A}{W} \quad \text{lunghezza della superficie scolante}$$

Il parametro t_c viene anche definito tempo di equilibrio, in quanto, per una data altezza di pioggia e una data superficie scolante, rappresenta la durata della precipitazione oltre la quale vi è equilibrio tra portata entrante e portata uscente:

$$Q_{in} - Q_{out} = 0 \Rightarrow j - \frac{W\sqrt{S}}{nA\varphi} \cdot y_c^{\frac{5}{3}} = 0 \Rightarrow y_c = \left(\frac{j \cdot nA\varphi}{W\sqrt{S}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

da cui si ottiene:

$$v_c = \frac{\sqrt{S}}{n} \cdot \left(\frac{jnA\varphi}{W\sqrt{S}} \right)^{\frac{2}{5}}$$

Il tempo di corrivazione è quindi dipendente dalla geometria della superficie scolante e dalle caratteristiche della precipitazione:

$$t_c = \left(\frac{nA}{W\sqrt{S} \cdot (\varphi j)^{\frac{2}{3}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

L'area A e l'intensità di pioggia j sono gli unici parametri noti nell'equazione che descrive il moto, arbitrarie sono invece le caratteristiche da assegnare a tale area, cioè la scabrezza, la pendenza e la larghezza, la scelta delle quali diventa fondamentale per ottenere un modello aderente alla realtà. Bisogna anche tenere conto che questi parametri, ai fini del calcolo, vengono inglobati in un'unica variabile, denominata $WCON$, permettendo così all'utente di calibrare uno solo dei tre parametri avendo assegnato agli altri due un valore convenzionale.

5.2 Il metodo cinematico

La schematizzazione alla base del metodo si basa su tre ipotesi fondamentali:

- la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
- la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
- il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c} = 278 \cdot \varphi \cdot S \cdot i$$

in cui:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 16 DI 125

- Q = portata di piena [m^3/sec];
- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate, come da indicazioni del manuale di progettazione RFI / ITALFERR;
- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = area del bacino km^2 ;
- τ_c = tempo di corrivazione [ore], da individuare.

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella *Figura 5-4* è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assuma la forma triangolare.

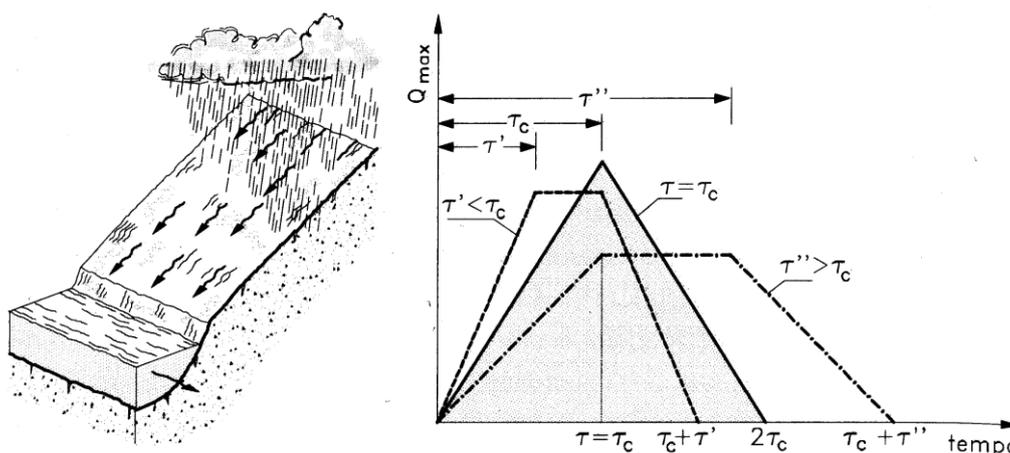


Figura 5-4 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione τ_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione τ_c si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove τ_a è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e τ_r è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete τ_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

La piattaforma pavimentata è schematizzabile come una superficie scolante piana. Dunque per il calcolo del tempo d'accesso alla rete si fa riferimento alla formulazione di Wooding, che ha fornito la soluzione esatta delle equazioni che

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 17 DI 125

regolano il deflusso su una superficie scolante interessata da pioggia netta di intensità costante nel tempo e nello spazio (i costante), partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissioni nella sua sezione iniziale.

La schematizzazione del deflusso su una superficie piana prevede i seguenti parametri: la lunghezza L_0 , la pendenza s_0 , la velocità media della portata U , il tirante idrico h e la portata defluente per unità di ampiezza (Figura 5-5).

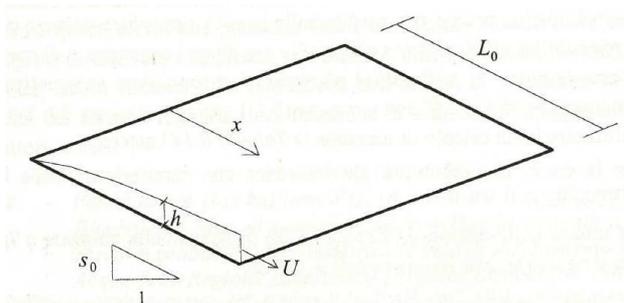


Figura 5-5 - Schema di superficie piana scolante.

Secondo Wooding, il tempo di accesso viene definito in questo modo:

$$t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

In cui i parametri α e m sono definiti come:

$$\alpha = K_s s_0^{\frac{1}{2} m} = 2$$

$$m = 2^\alpha = K_s s_0^{\frac{1}{2}}$$

Dove K_s è il coefficiente di Gaukler-Strickler, definito a seconda della superficie secondo i valori della Tabella 5-1.

SUPERFICIE	MOTO LAMINARE K_0	MOTO TURBOLENTO K_S [m ^{1/3} /s]
Cemento o asfalto	24 ÷ 108	70 ÷ 100
Sabbia	30 ÷ 120	60 ÷ 100
Ghiaia	90 ÷ 400	30 ÷ 80
Argilla o Limo	100 ÷ 500	30 ÷ 80
Vegetazione sparsa	1000 ÷ 4000	20 ÷ 70
Prato con erba bassa	3000 ÷ 10000	5 ÷ 10
Terreno incolto	7000 ÷ 40000	2 ÷ 5

Tabella 5-1 - Parametri di resistenza per deflusso superficiale.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	18 DI 125

6 TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DEI PIAZZALI CARRABILI

Le portate meteoriche provenienti dai piazzali delle stazioni scaricano in manufatti dedicati alla depurazione delle acque di prima pioggia (per le acque meteoriche dei piazzali carrabili) e in vasche di laminazione nelle quali le acque sono temporaneamente immagazzinate prima della restituzione nel recapito finale.

6.1 Generalità sulle acque di prima pioggia

Le acque di prima pioggia rappresentano le prime acque meteoriche, il cui elemento caratterizzante è l'elevata concentrazione di inquinanti, spesso superiori addirittura a quelle che caratterizzano reflui "ordinari" civili e/o industriali.

Durante le prime fasi di un evento pluviometrico, le acque meteoriche operano il dilavamento delle deposizioni solide dalle superfici urbane causando il trasporto in fognatura di sostanze inquinanti, quali solidi sedimentabili (organici ed inorganici), sostanze nutritive, batteri, idrocarburi, oli minerali, grassi, metalli pesanti ecc. Tale fenomeno si presenta con particolare intensità nelle prime fasi dell'evento pluviometrico stesso ed è noto con il termine di first flush.

Le caratteristiche delle acque di prima pioggia, per la natura stessa dei processi idrologici che originano il dilavamento delle sostanze inquinanti, risultano estremamente variabili e dipendenti dalla specificità del sito in esame ed in particolare dal regime pluviometrico, oltre che dalle caratteristiche climatiche e morfologiche dell'area drenata. I valori del carico inquinante veicolato in fognatura variano in funzione, oltre che della natura dell'area esaminata (aree urbane, superfici stradali con intensità di traffico variabile ecc.), anche dell'intervallo di tempo intercorso dall'ultimo evento piovoso significativo che ha dato origine ad un fenomeno di dilavamento significativo.

Nella *Tabella 6-1* è riportato un elenco delle principali fonti di emissione e delle relative sostanze emesse dal traffico stradale. In linea generale si può affermare che il fenomeno del first flush si manifesta principalmente con solidi sospesi, COD, Azoto e metalli pesanti (in particolare Cu, Zn e Pb), con un'entità tanto più pronunciata quanto maggiore è il periodo di tempo secco antecedente e quanto maggiore è l'intensità di precipitazione negli istanti iniziali dell'evento.

Agenti inquinanti	Principali fonti di emissione
Particolato	Consumo della pavimentazione, deposizione atmosferica, manutenzione stradale
Azoto e fosforo	Deposizione atmosferica, fertilizzanti utilizzati sul bordo della strada
Piombo	Gas di scarico, consumo freni, oli lubrificanti, grassi, consumo cuscinetti
Zinco	Usura dei pneumatici, olio motore, grassi, corrosione dei guard-rail
Ferro	Usura della parti meccaniche dei veicoli, corrosione delle carrozzerie, strutture in ferro sulle strade (pannelli, guard-rail, segnaletica)
Rame	Usura freni, carrozzeria veicoli, usura della parti meccaniche, insetticidi e anticrittogamici
Cadmio	Usura pneumatici
Cromo	Carrozzeria veicoli, consumo freni e frizione
Nichel	Combustione a diesel, oli lubrificanti, carrozzerie, asfalto, consumo freni
Manganese	Usura parti meccaniche
Sodio, calcio, cloro	Prodotti antigelo
Zolfo	Benzine, prodotti antigelo
Petrolio	Perdite dai motori, asfalti e bitume
Bromo	Gas di scarico dei motori
Gomma	Consumo pneumatici
Amianto	Consumo freni e frizione

Tabella 6-1 - Agenti inquinanti e fonti di emissioni provenienti dal solo traffico stradale.

6.2 Descrizione dello schema di funzionamento

Il sistema di drenaggio dei piazzali carrabili recapita il deflusso idrologico all'impianto di trattamento in cui viene ripartito in prima e seconda pioggia. Lo schema d'impianto di trattamento (*Figura 6-1*) prevede l'ingresso delle portate in una vasca in cui le acque di prima pioggia, corrispondenti ai primi 5 mm di precipitazione uniformemente distribuita sulla superficie scolante vengono immagazzinate in una vasca di accumulo (*Figura 6-1*). In base a quanto stabilito dalle

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	19 DI 125

norme della Regione Puglia, tale volume deve essere reso nuovamente disponibile all'inizio dell'evento meteorico successivo, per cui siano passati, a partire dall'evento precedente, almeno 48 ore.

Una volta che la vasca di accumulo è piena una valvola a galleggiante chiude l'accesso al manufatto facendo in modo che le ulteriori portate meteoriche in arrivo, corrispondenti alle acque di seconda pioggia, siano indirizzate direttamente alla vasca di laminazione.

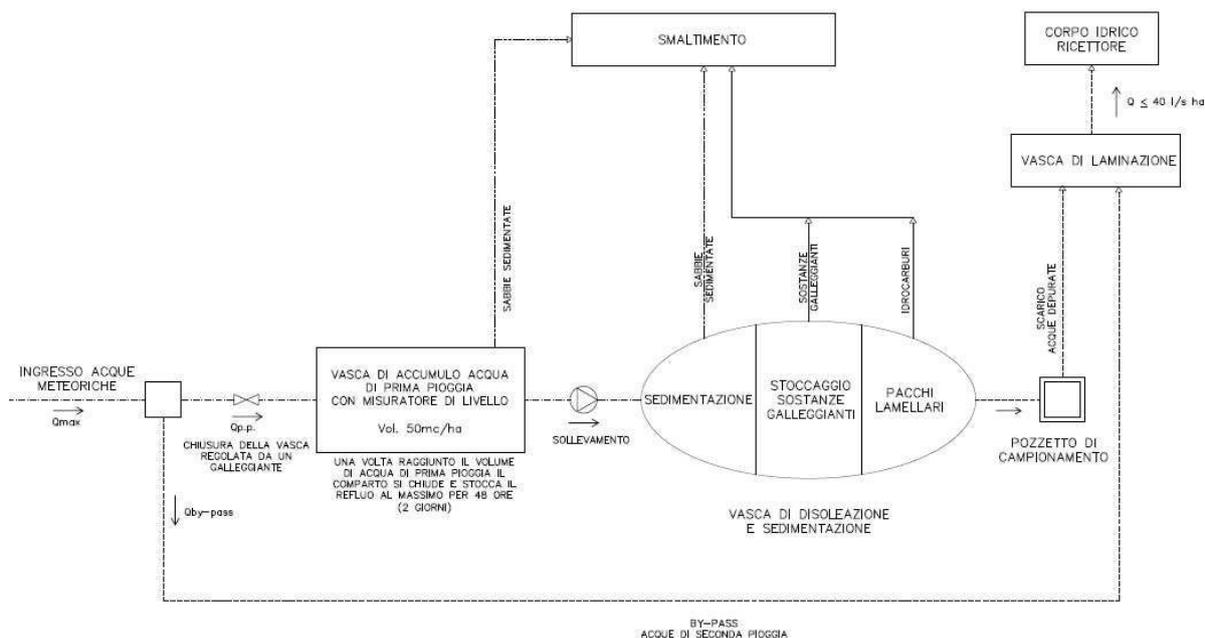


Figura 6-1 - Schema impianto di trattamento con accumulo della prima pioggia.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	20 DI 125

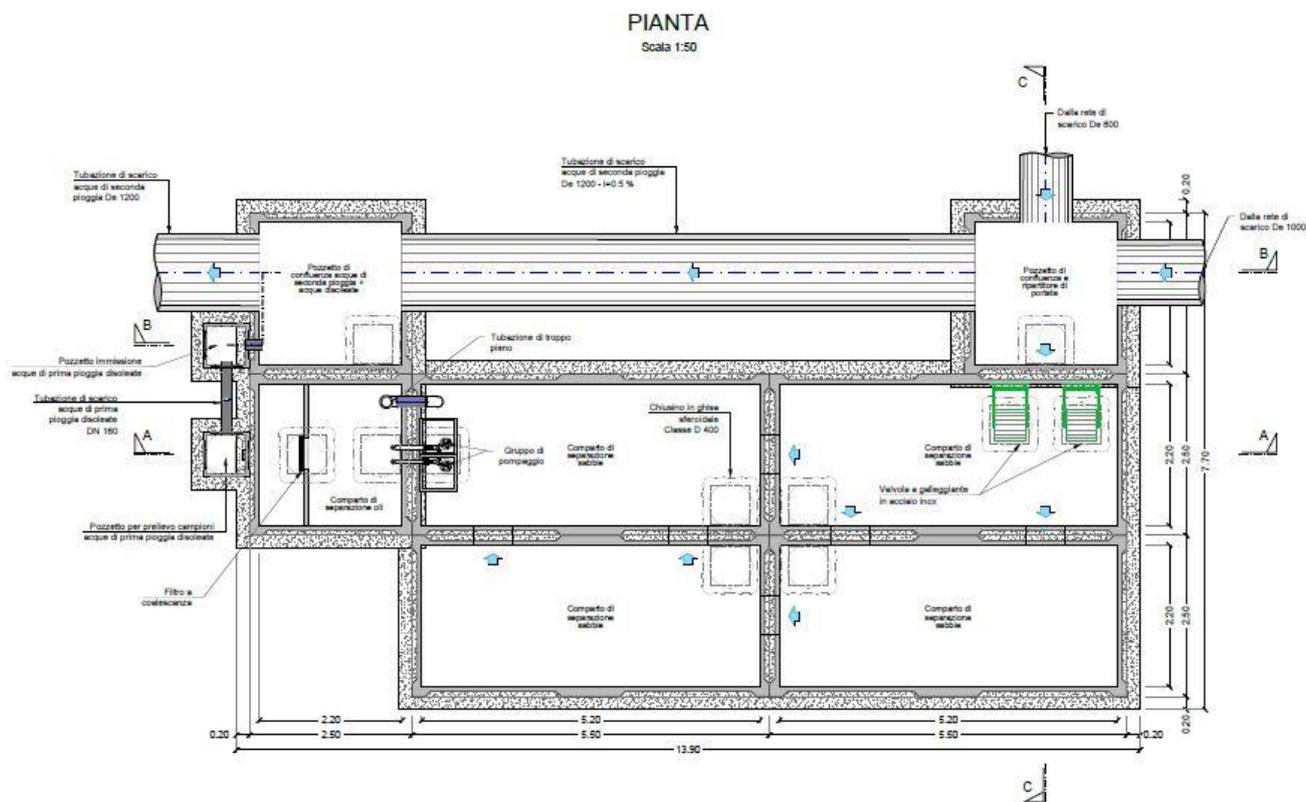


Figura 6-2 - Vasca tipologica di accumulo della prima pioggia.

Le vasche sono costituite da moduli prefabbricati in calcestruzzo armato uniti tra di loro consentendo di raggiungere il volume necessario

La prima pioggia immagazzinata nella vasca di accumulo viene portata al dissabbiatore / disoleatore mediante un impianto di sollevamento. Il sistema di pompaggio ha la funzione di svuotare la vasca nelle 48 ore successive ad un evento di precipitazione e cautelativamente viene dimensionato per svuotare la vasca in 12 ore.

Nell'impianto di sedimentazione e disoleazione (unificati in un unico manufatto come si nota dalla *Figura 6-2*) avviene rispettivamente la sedimentazione dei solidi in sospensione e la separazione degli oli e degli altri idrocarburi. La potenzialità dell'impianto viene fissata pari a 4÷5 volte la portata in ingresso, allo scopo di rendere il processo di disoleazione efficace. La presenza di un impianto di sollevamento a monte, infatti, causa la frantumazione delle particelle d'olio con conseguente aumento dei tempi di separazione. Il refluo così trattato viene recapitato nella vasca di laminazione assieme alla seconda pioggia e di lì afferrito ad un vicino corpo idrico.

La laminazione della seconda pioggia ha la funzione di restituire nel recettore finale una portata pari a quella che arriverebbe al corpo idrico in condizioni indisturbate del territorio, onde perseguire la cosiddetta invarianza idraulica del territorio. Per ogni vasca di laminazione si è dunque adottato un impianto di sollevamento in grado di restituire al recapito un valore di portata che varia in funzione dell'estensione della superficie sottesa dal sistema di drenaggio e che viene calcolato tramite la definizione di una portata specifica pari a 40 l/s ha, come riportato dal PTUA della regione Lombardia.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	21 DI 125

7 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Sui piazzali pedonali e carrabili delle stazioni è previsto un sistema di drenaggio con raccolta puntuale delle acque, costituito da caditoie grigliate che scaricano in una condotta principale. Il drenaggio previsto per le viabilità connesse ai piazzali delle stazioni in progetto è costituito da un sistema di cunette alla francese, caditoie e condotte afferenti alla rete di condotte disposta al di sotto dei piazzali. Sulle viabilità prive di marciapiede si è adottato un sistema di drenaggio costituito da una cunetta alla francese collocata a bordo strada e caditoie grigliate che scaricano nella condotta principale. La cunetta recapita le portate meteoriche nella caditoia grigliata ogni 15 m. Sulle viabilità dotate di marciapiede si prevede che il deflusso meteorico sia contenuto a bordo strada dal cordolo del marciapiede e dunque la cunetta alla francese risulta essere superflua. Lo scarico delle portate meteoriche nella condotta principale avviene mediante caditoie a griglia e a bocca di lupo disposte ogni 15 m lungo il cordolo del marciapiede.

La rete di condotte principali scarica, nel caso dei piazzali carrabili, nelle vasche di accumulo della prima pioggia, connesse con gli impianti di trattamento delle acque, e nelle vasche di laminazione, dalle quali i volumi meteorici ivi immagazzinati sono restituiti al recapito finale mediante una stazione di sollevamento. Viceversa, nel caso dei piazzali pedonali, la condotta principale afferisce direttamente alle vasche di laminazione (e di lì al recapito finale) senza passare attraverso un trattamento di depurazione.

Nel seguito sono descritti i singoli elementi del drenaggio delle stazioni, a partire dagli elementi di captazione superficiale fino alle vasche di trattamento.

7.1 Cunetta alla francese

La verifica idraulica delle cunette è eseguita utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata Q che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due punti di scarico della portata.

La portata massima Q transitante nella cunetta può essere calcolata mediante la formula di Gaukler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

dove K_s è il coefficiente di scabrezza della cunetta, R_h il raggio idraulico, i la pendenza longitudinale della strada e A è l'area liquida della cunetta.

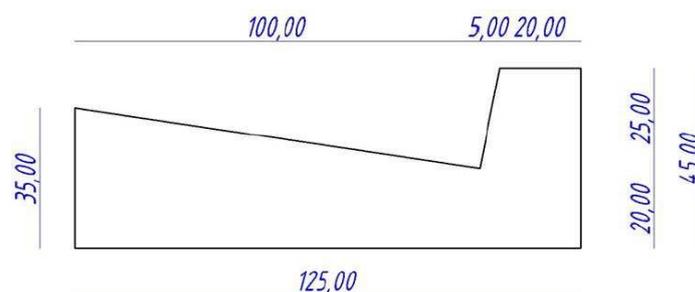


Figura 7-1 - Cunetta alla francese in cls, dimensioni in cm.

La portata calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata che defluisce dalla carreggiata, calcolata con il metodo cinematico. Come detto, secondo tale metodo la portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q = 278 \cdot \frac{\varphi S h}{\tau_c} = 278 * \varphi * S * i$$

in cui:

- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0,90 come da indicazioni del manuale di progettazione RFI/ITALFERR;
- i = intensità di pioggia [m/ore], individuata grazie alle curve di possibilità pluviometrica e al tempo di corrvazione;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante:						
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 22 DI 125

- S = area del bacino [km^2], corrispondente alla massima larghezza della piattaforma stradale (L_0) moltiplicata per 15 m, lunghezza del tratto di cunetta compreso tra una caditoia di scarico e la seguente.

Il tempo di corrvazione alla cunetta viene calcolato come somma del tempo di accesso alla cunetta e del tempo di residenza nel tratto di cunetta compreso tra una caditoia di scarico e la seguente.

Il tempo di accesso viene calcolato con la formula di Wooding per la quale si ha:

$$t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

con:

$$\alpha = K_s s_0^{\frac{1}{2}} m = 2$$

$$m = 2^\alpha = K_s s_0^{\frac{1}{2}}$$

In questo studio si sono adottati:

- $L_0 = 10$ m, massima larghezza della piattaforma stradale;
- $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, parametro di resistenza al deflusso superficiale;
- $s_0 =$ pendenza della piattaforma stradale, pari a 0.025 m/m,
- $a = 51,03 \text{ mm}/\text{ore}^{-n}$ coefficiente a della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 25 anni;
- $n = 0,227$ coefficiente n della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 25 anni;

I valori sopra riportati hanno consentito di determinare un tempo di accesso alla rete pari a 47 s.

Il tempo di residenza in rete τ_r , corrisponde al tempo di percorrenza di ogni singola canalizzazione ed è funzione della portata di moto uniforme transitante nel tratto analizzato. È stato dunque impostato un calcolo iterativo che ha consentito di individuare il tempo di residenza per cui la portata di moto uniforme transitante nella cunetta sia pari alla portata di piena afferente alla cunetta. Il calcolo è stato svolto per diverse pendenze longitudinali della strada, e quindi della cunetta (Tabella 7-1).

i_{strada} [m/m]	S [m ²]	φ	t_a [s]	t_r [s]	t_c [s]	i [mm/h]	Q [l/s]	y [m]	$A(y)$ [m ²]	$R_h(y)$ [m]	$b(y)$ [m]
0.002	150	0.9	47	28	75	1014	38	0.144	0.071	0.071	0.986
0.005	150	0.9	47	19	67	1114	42	0.125	0.054	0.062	0.860
0.010	150	0.9	47	15	62	1178	44	0.112	0.043	0.056	0.771
0.020	150	0.9	47	11	59	1232	46	0.100	0.035	0.050	0.689
0.040	150	0.9	47	9	56	1276	48	0.089	0.027	0.044	0.613
0.060	150	0.9	47	7	55	1299	49	0.083	0.024	0.041	0.572
0.066	150	0.9	47	7	54	1304	49	0.082	0.023	0.041	0.563

Tabella 7-1 - Verifica della cunetta alla francese.

Dai calcoli risulta che il massimo tirante che si instaura nella cunetta è sempre inferiore a 15 cm, valore limite corrispondente alla differenza tra il punto maggiormente depresso ed il bordo interno del manufatto (Figura 7-1). Il sistema di smaltimento della portata meteorica può considerarsi, quindi, verificato.

7.2 Caditoie grigliate

Come detto la cunetta alla francese scarica in una caditoia grigliata ogni 15 m. La caditoia grigliata è larga 0,8 m e lunga 0,8 m ed ha una superficie efficace della grata pari a 0,172 m². Le caditoie sono dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 e scaricano il deflusso nella condotta in PEAD sottostante tramite un collettore di scarico in PEAD DN 200.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 23 DI 125

Si intende dunque verificare la caditoia con la portata in arrivo dalla cunetta, i cui valori sono riportati nella *Tabella 7-1*.

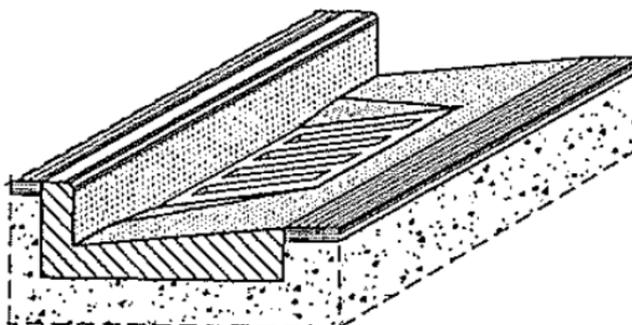


Figura 7-2 – Caditoia grigliata inserita in una cunetta alla francese.

È possibile calcolare “l’efficienza frontale” della caditoia come rapporto tra la portata intercettata frontalmente Q_1 e quella totale Q proveniente da monte, attraverso la formula:

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{l}{b}\right)^{\frac{8}{3}}$$

dove b è la larghezza della cunetta. Nel caso in esame $b = 0.80$ m e $l = 1.05$ m, si ottiene un’efficienza frontale E_0 pari al 98%. Questa misura la capacità della caditoia di captare il deflusso frontalmente, nel caso in cui la portata Q_1 venga captata integralmente. Perché questo avvenga è necessario che sia soddisfatta la condizione, ricavata (sperimentalmente) per grate a barre parallele alla direzione della corrente:

$$v_0 = 2.54L^{0.51} > v$$

dove v è la velocità di deflusso nella cunetta, calcolata in precedenza nella *Tabella 7-1*. Indicata con Q_1^* (frazione di Q) la portata frontale captata dalla griglia può definirsi come efficienza o rendimento R_1 della griglia il rapporto

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1}$$

E risulta pari a 1 quando la frazione Q_1 defluente nella larghezza l sia integralmente catturata dalla griglia. Questo accade quando la velocità v sia minore (o uguale) alla velocità v_0 secondo la relazione (sperimentale) seguente:

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1} = 1 - 0.3(v - v_0)$$

Con $R_1 = 1$ e $Q_1^* = Q_1$ per $v \leq v_0$. La portata laterale Q_2 che sfugge alla cattura data anch’essa come rapporto a Q , è allora data dalla semplice formula:

$$\frac{Q_2}{Q} = 1 - E_0$$

Anche una parte della portata laterale Q_2 può essere catturata dalla grata in funzione dei valori della velocità e della lunghezza L . Indicata con Q_2^* la portata derivata, il rendimento R_2 rispetto a Q_2 è dato dalla relazione (empirica):

$$R_2 = \frac{Q_2^*}{Q_2} = \left(1 + \frac{0.083v^{1.8}}{jl^{2.3}}\right)^{-1}$$

L’efficienza totale della griglia può darsi allora nella seguente forma:

$$R_2 = \frac{Q_1^* + Q_2^*}{Q_2} = R_1E_0 + R_2(1 - E_0)$$

Per la caditoia grigliata $0,8 \times 0,8$ m si ottiene quanto riportato in *Tabella 7-2*.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:						
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	24 DI 125

i_{strada} [m/m]	E_0 [%]	v [m/s]	v_0 [m/s]	Q_1 [l/s]	R_1 [%]	Q_1^* [l/s]	Q_2 [l/s]	R_2 [%]	Q_2^* [l/s]	E [%]
0.002	98	0.537	2.118	37	147	37	-	-	-	147
0.005	98	0.775	2.118	41	140	41	-	-	-	140
0.010	98	1.019	2.118	43	133	43	-	-	-	133
0.020	98	1.336	2.118	45	123	45	-	-	-	123
0.040	98	1.749	2.118	47	111	47	-	-	-	111
0.060	98	2.045	2.118	48	102	48	-	-	-	102
0.065	98	2.109	2.118	48	100	48	-	-	-	100

Tabella 7-2 - Verifica della caditoia grigliata.

Dalla *Tabella 7-2* emerge chiaramente come la caditoia grigliata sia verificata in quanto le velocità del deflusso nella cunetta alla francese sono inferiori alla massima velocità per cui non si ha il superamento della caditoia.

Il calcolo della portata smaltibile dalla caditoia grigliata può essere svolto anche con lo schema teorico della luce di fondo sotto battente supponendo che la caditoia grigliata sia posta in una zona leggermente depressa (di qualche cm) rispetto al fondo della cunetta alla francese, in modo tale che si possa creare qualche cm di battente sulla griglia senza modifiche al deflusso nella cunetta.

La luce di fondo sotto battente prevede la nota relazione per il calcolo della portata:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

con

- $C_q = 0,6$ coefficiente di portata;
- $A = 0,172 \text{ m}^2$ area della caditoia disponibile al deflusso.

Il tirante che si viene ad instaurare sulla caditoia grigliata in funzione della portata in arrivo precedentemente calcolata per i diversi casi esaminati, è riportato in *Tabella 7-3*.

i_{strada} [m/m]	h [m]	Q [l/s]
0.002	0.007	38
0.005	0.008	42
0.010	0.009	44
0.020	0.010	46
0.040	0.011	48
0.060	0.011	49
0.065	0.011	49

Tabella 7-3 - Verifica della caditoia grigliata.

Dalla tabella si osserva che il massimo tirante è pari a 1 cm, pertanto sempre inferiore al tirante nella cunetta immediatamente a monte della griglia.

Il calcolo della portata smaltibile dalla caditoia grigliata sui piazzali delle stazioni è stato svolto con il medesimo schema teorico visto poc'anzi. Anche in questo caso infatti la caditoia grigliata è posta in una zona leggermente depressa (di qualche cm) rispetto al piano del piazzale circostante in modo tale che si possa creare qualche cm di battente sulla griglia senza modifiche al deflusso nella cunetta. Si può dunque far riferimento allo schema della luce di fondo sotto battente.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 25 DI 125

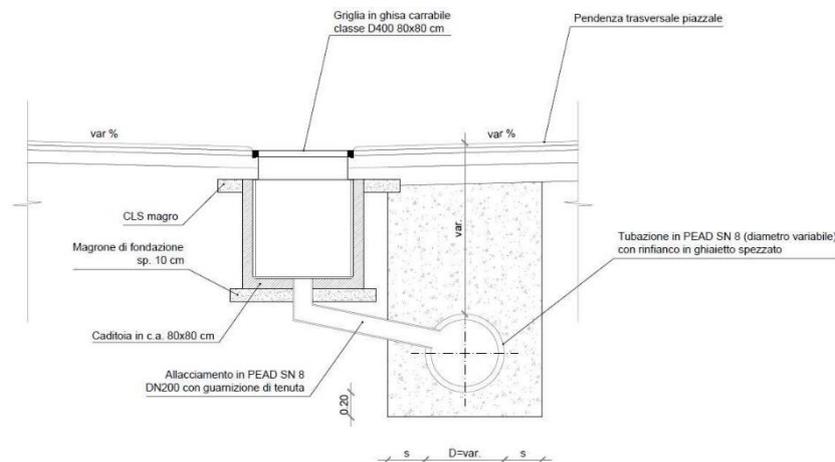


Figura 7-3 – Caditoia grigliata sul piazzale della stazione.

La portata afferente alla caditoia grigliata disposta sul piazzale è stata calcolata utilizzando il metodo cinematico e considerando una superficie scolante pari a 15x15 m, un tempo di corrivazione calcolato considerando il solo tempo di accesso alla rete per una larghezza di piattaforma pari a 15 m con una pendenza pari a 2,5% e prendendo gli altri parametri utilizzati in precedenza per il calcolo della portata nella cunetta. In questo modo è stata individuata una portata pari a 63 l/s.

Il tirante che si viene ad instaurare sulla caditoia grigliata per una portata di 63 l/s è pari a 1.9 cm. La caditoia grigliata è verificata se posizionata in una depressione pari ad almeno 2 cm in modo tale che il battente sulla griglia non interessi il piazzale circostante.

7.3 Caditoia a bocca di lupo

Come detto, sulle viabilità urbane dotate di marciapiede si è optato per caditoie a griglia e a bocca di lupo disposte ogni 15 m lungo il cordolo del marciapiede. La griglia è di dimensioni inferiori rispetto al precedente caso della caditoia dotata di sola griglia, la lunghezza resta pari a 0.8 m ma la larghezza è pari a 0,25 m, la superficie efficace della grata pari a 0,070 m². L'apertura della bocca di lupo è larga 0.60 m e alta 7 cm.

Le caditoie sono dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 e scaricano il deflusso nella condotta in PEAD sottostante tramite un collettore di scarico in PEAD DN 200.

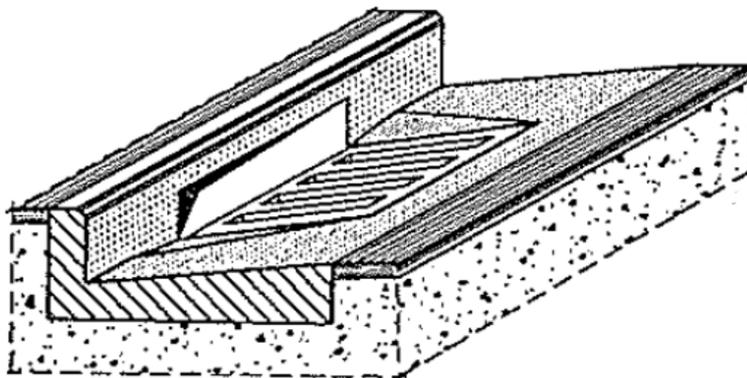


Figura 7-4 – Caditoia a griglia e a bocca di lupo.

Il calcolo della portata smaltibile dalla caditoia grigliata è svolto combinando lo schema teorico della luce di fondo sotto battente e quello della soglia sfiorante. Anche in questo caso si suppone che la caditoia grigliata sia posta in una zona leggermente depressa (di qualche cm) rispetto al bordo estremo della carreggiata, in modo tale che si possa creare qualche cm di battente sulla griglia e sullo sfioro.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	26 DI 125

La luce di fondo sotto battente e la soglia sfiorante prevedono le seguenti relazioni per il calcolo della portata, rispettivamente:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

$$Q = C_q \cdot hL \cdot \sqrt{2gh}$$

con

- $C_q = 0,6$ coefficiente di portata per il calcolo della portata scaricata mediante la griglia e $0,3$ per il calcolo della portata sfiorante nella bocca di lupo;
- $L = 0,6$ m larghezza della bocca di lupo;
- $A = 0,070$ m² area della caditoia disponibile al deflusso.

Per la verifica del manufatto si prende in considerazione la medesima portata ricavata per la cunetta alla francese e utilizzata per la verifica della caditoia grigliata.

Il tirante che si viene ad instaurare sulla caditoia a griglia e a bocca di lupo in funzione della portata in arrivo, è riportato in *Tabella 7-4*.

<i>i</i> [m/m]	<i>h</i> m	<i>Q</i> [l/s]
0.002	0.033	38
0.005	0.038	42
0.010	0.041	44
0.020	0.044	46
0.040	0.047	48
0.060	0.048	49
0.065	0.048	49

Tabella 7-4 - Verifica della caditoia a griglia e a bocca di lupo.

Dalla tabella si osserva che il massimo tirante è pari a circa 5 cm, valore inferiore all'altezza dell'apertura della bocca di lupo. Il manufatto è dunque in grado di smaltire la portata in arrivo.

7.4 Griglia di drenaggio dei sottopassi

All'inizio ed alla fine di ogni rampa dei sottopassi ciclopedonali, nonché su ogni interruzione di rampa, è presente una canaletta di drenaggio sormontata da una griglia in ghisa.

L'art. 12, del DM 30/11/1999, n. 557, "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili" prescrive:

- Sulle piste ciclabili deve essere curata al massimo la regolarità delle superfici per garantire condizioni di agevole transito ai ciclisti, specialmente con riferimento alle pavimentazioni realizzate con elementi autobloccanti.
- Sulle piste ciclabili non è consentita la presenza di griglie di raccolta delle acque con elementi principali paralleli all'asse delle piste stesse, né con elementi trasversali tali da determinare difficoltà di transito ai ciclisti.

Dunque si prescrive che le griglie disposte all'inizio ed alla fine di ogni rampa dei sottopassi ciclopedonali abbiano elementi trasversali e ondulati compatibili con le indicazioni dell'estratto del DM sopra riportato.

La canaletta grigliata in testa alle rampe dei sottopassi ha la funzione di raccogliere l'eventuale drenaggio delle superfici esterne e recapitarlo alla rete di drenaggio superficiale. La canaletta grigliata alla base delle rampe raccoglie il drenaggio delle canalette di pulizia interne ai sottopassi che raccolgono i contributi meteorici delle aree non coperte esterne ai sottopassi stessi. La canaletta grigliata posta alla base delle rampe è collegata ad una condotta DN500 in calcestruzzo afferente all'impianto di sollevamento a servizio del sottopasso o, tramite una tubazione in PEAD DN200, ad un pozzetto di scarico in cls con dimensioni interne 40*40 cm.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 27 DI 125

7.5 Condotte di drenaggio

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie poste a bordo strada o al di sotto dei piazzali sono delle condotte in PEAD di diametro variabile da un minimo di DN 315 ad un massimo di DN 1200 corrugato e DN 1200 spiralato con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m²). In generale saranno posati sotto la banchina o sotto la zona spartitraffico.

Per le condotte disposte al di sotto dei piazzali carrabili, gli spessori di ricoprimento minimi fino al diametro DN 630 sono pari ad 1 m mentre per condotte di diametro superiore si prevedono spessori di ricoprimento minimi di 1,5 m. Le condotte disposte al di sotto dei piazzali pedonali hanno ricoprimenti inferiori, ma mai inferiori a 0,60 m. Per tutte le condotte è previsto un rinfiacco in ghiaietto spezzato.

I collettori sono ispezionabili mediante pozzetti d'ispezione in PE disposti con un interasse massimo pari a 50 m. L'interasse può essere ridotto in particolari casi, ad esempio, in corrispondenza di curve planimetriche particolarmente accentuate nelle quali si è ritenuto opportuno disporre i pozzetti d'ispezione con un interasse inferiore onde evitare di posare le condotte con una curvatura incompatibile con le loro caratteristiche strutturali con conseguente riduzione della tenuta idraulica.

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque di piattaforma dei piazzali delle stazioni e delle viabilità connesse è stato eseguito mediante l'utilizzo del modello a moto vario SWMM i cui fondamenti teorici sono stati precedentemente esposti.

La verifica eseguita è volta a rispettare le seguenti condizioni:

- $A_{rid}/A_c < 0,85$ il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,85.
- $0,60 < v_{eff} < 5,00$ m/s al fine di preservare l'integrità delle tubazioni aumentandone di fatto la durabilità.

Le condotte sono contraddistinte prendendo come riferimento la codifica dei pozzetti a monte e a valle. La codifica è composta da 3 parti separate da spazi:

- la prima parte identifica la stazione di appartenenza, "C" sta per Campus, "E" per Executive e "T" per Triggiano;
- la seconda parte contraddistingue, per Campus, la vasca in cui scarica la rete, per Executive e per Triggiano, il piazzale, il marciapiede o la viabilità sotto cui si posizionano i pozzetti;
- la terza parte è un numero progressivo.

Nell'appendice del presente documento sono riportati i profili idrici dei rami principali delle reti di drenaggio predisposte per ogni stazione. Si riporta poi una tabella contenente la caratteristica dei tratti e la portata e la velocità transitante nei tratti di condotta rappresentati nei profili sulla base del formato riportato nella *Tabella 7-5*.

TABELLA TRATTI								
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	[m/s]

Tabella 7-5 – Intestazione tabelle riportate in Appendice 1.

Nell'appendice le reti sono distinte in funzione dei piazzali e delle vasche a cui afferiscono. Dai profili e dalle tabelle emerge chiaramente come le condotte siano verificate per l'evento di riferimento con tempo di ritorno 25 anni.

Per completezza, nell'Appendice 2 si riportano anche gli idrogrammi afferenti alle vasche di recapito.

7.6 Pozzetti di ispezione

I collettori sono ispezionabili grazie a pozzetti in PE con base DN 800 (tipo A) per tubazioni di diametro che vanno dal diametro DN 315 al diametro DN 500, mentre per i collettori di diametro compreso tra il DN 630 e il DN 1200 si prevede

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	28 DI 125

l'utilizzo di una base stampata a T per l'ispezione e un torrino realizzato con una tubazione tagliata a misura di diametro DN 800 (tipo B). Per diametri superiori si prevede di realizzare l'ispezione direttamente sui collettori fresandoli ed utilizzando degli innesti speciali a tenuta (tipo C).

Nei casi di intersezione di più condotte sono stati inseriti degli opportuni pozzetti di salto sia per limitare le pendenze delle condotte e quindi le velocità sia per scongiurare il pericolo di fenomeni di rigurgito nelle condotte in ingresso.

Le quote di fondo delle condotte in ingresso e in uscita ai pozzetti sono riportate nelle planimetrie di drenaggio dei piazzali.

7.7 Vasca di accumulo delle acque di prima pioggia

Le vasche di accumulo delle acque di prima pioggia vengono realizzate unendo moduli prefabbricati (*Figura 7-5 - vasche prefabbricate*) in calcestruzzo armato a sezione rettangolare di forma prismatica, di dimensioni interne nette di 5.20*2.40*2.40 (L*B*H) che possono essere facilmente affiancati tra di loro per raggiungere il volume necessario per l'accumulo. Sono stati anche utilizzati anche moduli di dimensioni minori per realizzare le camere di entrata / uscita che si trovano in corrispondenza del bypass delle portate di seconda pioggia.

Il volume della vasca di prima pioggia, secondo le indicazioni normative è dato dalla seguente relazione:

$$V_{prima\ pioggia} = S * 5 / 1000 [m^3]$$

nella quale S è la superficie carrabile afferente in metri quadri.

La vasca sarà integrata con gli impianti tecnologici tra cui le due pompe di sollevamento, una operativa ed una di riserva, destinate ad inviare le portate al disoleatore. Il sistema di pompaggio ha la funzione di svuotare la vasca nelle 48 ore successive ad un evento di precipitazione e cautelativamente viene dimensionato per svuotare la vasca in 12 ore.



Figura 7-5 - Moduli prefabbricati tipologici per le vasche di prima pioggia

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 29 DI 125

7.8 Sedimentatori e disoleatori

I trattamenti sono affidati a degli impianti prefabbricati in cemento armato dimensionati secondo i criteri della normativa europea EN 858. I trattamenti primari e secondari di dissabbiatura e disoleatura sono stati dimensionati per una portata pari a 4÷5 volte la portata dell'impianto di sollevamento preposto allo svuotamento della vasca di prima pioggia.

Gli impianti devono garantire un'efficace separazione tra sabbie, che devono sedimentare, e sostanze grasse che devono invece flottare e rimanere in superficie. Per impedire la fuoriuscita di queste sostanze sono previsti dei deflettori in uscita da entrambi i trattamenti.

In ingresso all'impianto è prevista l'installazione di una chiusura automatica che si aziona quando il livello degli olii sale oltre il massimo consentito è che può essere azionata anche manualmente per le operazioni di manutenzione.

La rimozione degli olii e delle sostanze galleggianti (disoleatura) avviene nella vasca dove avviene la sedimentazione. Al suo interno è previsto l'inserimento di pacchi lamellari che facilitano il fenomeno di aggregazione delle particelle delle sostanze oleose. Le sostanze rimosse vanno trasportate in impianti centralizzati in grado di attuare un adeguato trattamento (smaltimento controllato).

La progettazione, le prestazioni, le prove, la marcatura ed il controllo qualità degli impianti di separazione dei liquidi leggeri sono soggetti alla norma europea (EN 858- 2:2003) elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 165 "Ingegneria delle acque reflue", la cui segreteria è affidata al DIN. Nella norma è puntualizzato che, quando il controllo dell'inquinamento richiede un trattamento di materiali inquinanti diversi da liquidi leggeri, può essere necessario prendere misure supplementari.

Le parti componenti degli impianti di separazione conformi alla EN 858 sono elencate in *Tabella 7-6*:

Componenti	Lettera codice
Sedimentatore	S
Separatore Classe II	II, II b (per separatori bypass)
Separatore Classe I	I, I b (per separatori bypass)
Colonna di campionamento	P

Tabella 7-6 - Componenti degli impianti di separazione.

Il dimensionamento dei separatori di liquidi leggeri deve essere basato sulla natura e sulla portata dei liquidi da trattare, tenendo conto di quanto segue:

- portata massima dell'acqua piovana;
- portata massima delle acque reflue (effluenti commerciali);
- massa volumica del liquido leggero;
- presenza di sostanze che possono impedire la separazione (per esempio detersivi).

Le dimensioni del separatore sono calcolate dalla formula seguente:

$$NS = (Q_p + f_x Q_s) f_d$$

dove: NS rappresenta la dimensione nominale del separatore, Q_p la portata massima dell'acqua piovana in l/s, Q_s la portata massima delle acque reflue in l/s, f_x il fattore di impedimento che dipende dalla natura dello scarico, f_d il fattore di massa volumetrica del liquido leggero in oggetto.

Poiché gli impianti in oggetto trattano solo acqua piovana, si ha $Q_s = 0$ e quindi l'equazione precedente si specializza nella seguente:

$$NS = Q_p f_d$$

Per quanto riguarda il valore da assegnare al coefficiente f_d , essi sono riportati in *Tabella 7-7* in funzione di alcuni particolari inquinanti e della tipologia di disoleatore.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	30 DI 125

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm ³)	Separabilità	ϕ			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in particolari condizioni	Altro
Amilacetato di acido acetico	0,876	Si	2	1,5	1	2,5 g/l	a)
Etilestere di acido acetico (Etilacetato)	0,9	Limitata	3	2	1	86,0 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e acqua
Metilacetato di acido acetico	da 0,930 a 0,934	Limitata	3	2	1	292 g/l	a) particolarmente in vani chiusi
n-butil estere dell'acido acetico	0,876	Limitata	2	1,5	1	7 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e alcool etilico
Acetone	0,791	No	-	-	-	Illimitata	-
Olio d'ambra	0,8	Si	1	1	1	-	-
Alcool amilico	0,815	Limitata	1	1	1	27 g/l	Miscela con acqua dannose
Benzene	0,87	Si	2	1,5	1	1,8 g/l	a)
Alcool butilico	0,81	Limitata	1	1	1	90 g/l	a)
Olio di catrame	da 0,86 a 0,89	Si	2	1,5	1	0,2 g/l	-
Olio di cresolo	1,03	No	-	-	-	20 g/l	-
Cicloesano	0,968	No	-	-	-	56,7 g/l	-
Cicloesano	da 0,778 a 0,779	Si	1	1	1	Quasi insolubile	a)
Decalina (decaidro-naftalene)	da 0,870 a 0,896	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	-
Olio combustibile, gasolio	0,85	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Dietil etere	0,714	Limitata	1	1	1	75 g/l	Emissione di gas di dietil etere
Diossano	0,10306	No	-	-	-	Illimitata	a) In caso di concentrazione elevata
Alcool etilico	0,789	No	-	-	-	Illimitata	a) In caso di concentrazione elevata
Etilbutirato (n-etletere di acido butirrico)	0,879	Limitata	2	1,5	1	6,2 g/l	a)
Etilmetilchetone	0,805	No	-	-	-	Ben solubile	-
Etilestere di acido formico	da 0,919 a 0,921	Limitata	3	2	1	110 g/l	a)
Metilestere di acido formico	da 0,969 a 0,971	Limitata	3	2	1	3 000 g/l	a)
Olio combustibile, extra leggero	<0,86	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Olio combustibile, leggero	0,87	Si	2	1,5	1	-	-
Olio combustibile, medio	0,92	Si	3	2	1	-	-
Olio combustibile, pesante	da 0,94 a 0,99	Limitata fino a -0,96 g/cm ³	3	2	1	Quasi insolubile	-
Benzina pesante	da 0,70 a 0,75	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	31 DI 125

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm ³)	Separabilità	f _d			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in particolari condizioni	Altro
Eptano	0,684	Si	1	1	1	Quasi insolubile	a)
Esano	0,659	Si	1	1	1	Quasi insolubile	a)
Alcool isoamilico	0,813	Limitata	1	1	1	30 g/l	
Alcool isobutilico	0,806	Limitata	1	1	1	95 g/l	a) in giornate calde
Alcool isopropilico	0,785	No	-	-	-	Illimitata	a)
Cherosene (benzina per aviazione)	0,8	Si	1	1	1	-	a) Se esposto alle radiazioni solari
Olio leggero → olio combustibile, leggero							
Benzina leggera → benzina							
Olio di catrame da lignite → olio di catrame							
Olio lubrificante	da 0,89 a 0,9	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	-
Alcool metilico	da 0,790 a 0,791	No	-	-	-	Illimitata	a)
Metilcicloesano	da 0,91 a 0,94	Si	3	2	1	-	-
Olio di trementina	da 0,86 a 0,87	Si	2	1,5	1	-	a) in caso di temperature più elevate
Olio di paraffina	da 0,88 a 0,94	Si	3	2	1	Quasi insolubile	-
Pentano	da 0,625 a 0,626	Si	1	1	1	0,36 g/l	a)
Benzina, miscela di marche	da 0,77 a 0,79	Si	1	1	1	-	a)
Benzina di marca	da 0,68 a 0,75	Si	1	1	1	-	a)
Benzina per auto da gara	0,78	Si, ma controllare la formula	1	1	1	-	a)
Petrolio	0,8	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Olio di pino → olio di trementina							
Etilestere di acido propionico	da 0,889 a 0,891	Si	2	1,5	1	22 g/l	a)
Alcool propilico	0,804	No	-	-	-	Illimitata	-
Propilbutirato	0,88	Si	2	1,5	1	=0,3 g/l	-
Tetralina (tetraidronaftalene)	da 0,967 a 0,969	Limitata	3	2	1	-	-
Benzina per prove e collaudi	da 0,764 a 0,794	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Toluene	da 0,866 a 0,867	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	a)
Carburante per autotrazione → gasolio e petrolio							
Olio per trasformatori (oli di isolamento) - non contenenti PCB - contenenti PCB PCB = policlorobifenili	=0,82	Si No	1 -	1 -	1 -	-	-
Xilene	da 0,862 a 0,875	Si	2	1,5	1	0,2 g/l	a)

a) Possibile formazione di atmosfera esplosiva sopra il livello dell'acqua.

Tabella 7-7 - Valore da assegnare al coefficiente di massa volumetrica f_d.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI											
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl							TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni							PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	32 DI 125						

Nell'ambito del presente progetto si ritiene opportuno prevedere degli impianti che siano realizzati con la combinazione S-II-I-P. Dall'analisi della *Tabella 7-7*, si osserva che il coefficiente f_d , per un disoleatore di tipo S II I P, è sempre pari ad 1, pertanto la dimensione nominale del disoleatore è pari alla portata massima che lo stesso può trattare.

In questa sede si è optato per una potenzialità dell'impianto di trattamento pari a circa 4-5 volte la portata in ingresso, al fine di rendere il processo di disoleazione più efficace e per tenere conto del possibile emulsione degli olii nell'acqua, provocato dal sollevamento stesso.

Gli impianti di separazione devono comprendere un sedimentatore o in forma di unità separata o come parte integrante del separatore. Il volume può essere stabilito come indicato nella *Tabella 7-8*. Nell'ambito del presente progetto si può optare cautelativamente per una quantità di fango elevata.

Quantità di fango prevista, per esempio:		Volume minimo del sedimentatore
Nessuna	- condensato	Non richiesto
Ridotta	- acque reflue di trattamento con volume di fango definito - tutte le aree di raccolta dell'acqua piovana in cui sono presenti piccole quantità di limo prodotto dal traffico o similari, vale a dire bacini di raccolta in aree di stoccaggio carburante e stazioni di rifornimento coperte	$\frac{100 \cdot NS}{f_d}$ a)
Media	- stazioni di rifornimento, autolavaggi manuali, lavaggio di componenti - aree di lavaggio bus - acque reflue da garage, aree di parcheggi veicoli - centrali elettriche, impianti e macchinari	$\frac{200 \cdot NS}{f_d}$ b)
Elevata	- impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, macchine agricole - aree di lavaggio autocarri	$\frac{300 \cdot NS}{f_d}$ b)
	- autolavaggi automatici, vale a dire self-service	$\frac{300 \cdot NS}{f_d}$ c)
a)	Non per separatori uguali o minori di NS 10, salvo per autoparcheggi coperti.	
b)	Volume minimo dei sedimentatori 600 l.	
c)	Volume minimo dei sedimentatori 5 000 l.	

Tabella 7-8 - Criterio per il dimensionamento dei sedimentatori.

7.9 Vasche di laminazione ed impianti di sollevamento

Le vasche di laminazione costituiscono il recapito delle reti di drenaggio disposte al di sotto dei piazzali e delle viabilità ad essi connesse. Le vasche garantiscono la laminazione delle portate in arrivo dalle reti di drenaggio grazie all'immagazzinamento temporaneo dei volumi meteorici al loro interno.

Per ogni vasca di laminazione si è dunque adottato un impianto di sollevamento o uno scarico regolato in grado di restituire al recapito finale un valore di portata che varia in funzione dell'estensione della superficie sottesa dal sistema di drenaggio e che viene calcolato tramite la definizione di una portata specifica pari a 40 l/s ha, come riportato dal PTUA della regione Lombardia.

Per la determinazione del volume massimo da invasare si è calcolato il volume da invasare V_i ad un certo tempo t come la differenza tra il volume meteorico entrante V_e e il volume uscente V_u :

$$V_i = V_e - V_u$$

Il volume entrante V_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S caratterizzata da un coefficiente di deflusso ϕ in un certo tempo di pioggia t :

$$V_e = \phi S h(t)$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	33 DI 125

L'intensità di precipitazione, e quindi anche l'altezza di pioggia, viene calcolata con l'equazione di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 25 anni:

$$h = 51.03 \cdot t_p^{0.227}$$

per durate inferiori ad 1 ora e

$$h = 51.03 \cdot t_p^{0.193}$$

per durate superiori ad 1 ora.

Il volume uscente V_u , nell'ipotesi di portata uscente Q_u costante, è dato da:

$$V_u = Q_u t = S \cdot 40 \frac{l}{s \cdot Ha} \cdot t$$

Infatti Q_u è pari alla portata specifica di 40 l/(s*Ha) moltiplicata per la superficie sottesa dal sistema di drenaggio onde rispettare le condizioni di invarianza idraulica del terreno. Pertanto il volume da invasare nel caso di un evento meteorico di durata t risulta:

$$V_i = \varphi S h(t) - Q_u t$$

Grazie a questa equazione si ricavano la durata dell'evento critico t ed il volume massimo di laminazione V_{max} corrispondente al volume da adottare per il dimensionamento della vasca di laminazione. Il volume utile di accumulo all'interno di ogni vasca viene calcolato considerando la differenza di quota tra il livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità. La portata in uscita è garantita da un impianto di sollevamento o da uno scarico a gravità regolato in modo tale che la massima portata uscente sia pari alla portata specifica di 40 l/s ha moltiplicata per la superficie sottesa dal sistema di drenaggio.

Nel caso di un impianto di sollevamento nella vasca va collocata anche un'altra pompa di sicurezza, entrambe devono essere in grado di sollevare la portata di progetto autonomamente e vanno utilizzate alternativamente, in modo da ottenere, a fine anno, lo stesso numero di ore di funzionamento. Inoltre vanno disposti dei galleggianti che attivino entrambe le pompe in caso di emergenza.

Nel caso di una vasca di laminazione con scarico regolato va predisposto uno scarico di troppo pieno di emergenza che sia in grado di scaricare le portate derivanti da eventi con tempo di ritorno superiore a quello di progetto (25 anni).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 34 DI 125

8 DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO

8.1 Fermata Campus

I due piazzali pedonali della Fermata Campus sono serviti da una rete di drenaggio afferente a 3 vasche di laminazione: la vasca NO, la vasca NE e la vasca SO (*Figura 8-1*). I due sottopassi ciclopedonali sono dotati di canalette di pulizia e di canalette grigliate che drenano le aree non coperte dei sottopassi. Le reti di drenaggio recapitano in due vasche di laminazione (N e SE dotate di impianti di sollevamento).

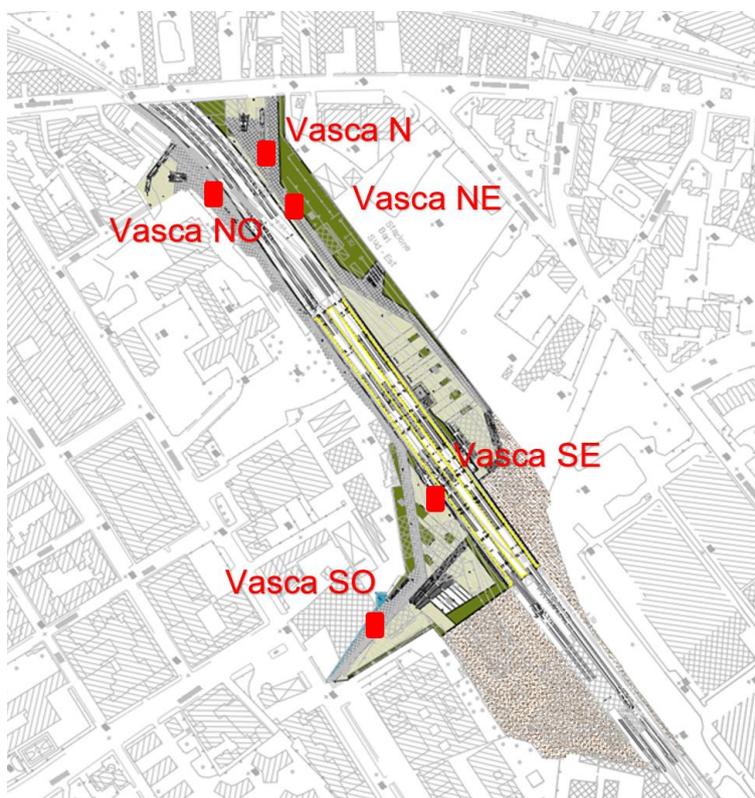


Figura 8-1 – Sistema di drenaggio dei piazzali della fermata

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 35 DI 125

8.1.1 Vasca NE

La rete di drenaggio afferente alla vasca NE sottende una superficie pari a circa $S = 8.300 \text{ m}^2 = 0,83 \text{ Ha}$, da cui, assunto un coefficiente di deflusso ϕ pari ad 0,9 per la superficie impermeabile, si ottiene una superficie equivalente $S_{equivalente} = 0,75 \text{ Ha}$ circa. Considerando 40 l/s ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, **pari a 30 l/s** ($=0,75 \cdot 40$). Nella vasca NE, a favore di sicurezza, si adotteranno due elettropompe uguali di 30 l/s ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata ha dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 150mm, con la quale si ottiene una velocità pari a 1,69 m/s.

La prevalenza dell'impianto ΔH viene calcolata come $\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$ dove:

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe della vasca NE pari a 0,25 m s.m.m. (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione (4,30 m s.m.m.), ossia 4,05 m = (4,30-0,25). Si precisa che, assunto il fondo vasca pari a 0,25 m s.m.m., le elettropompe saranno installate in un pozzetto, **di volume assolutamente trascurabile, posto al di sotto di tale quota per far sì che siano sempre sotto battente**. Il livello geodetico sarà calcolato sempre dal fondo vasca.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 10 m,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a 0,8 mm, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a 0,033 ed un valore di j pari a 0,0307 m/m.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 10 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 0,31 \text{ metri}$.

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$\Delta H_{fl} = k \cdot v^2 / (2 \cdot g)$$

con:

- k = coefficiente numerico (vedi *Tabella 8-1* seguente),
- v = velocità nella condotta pari a 1,69 m/s.

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di tre curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente k complessivo è pari a 4,8 e di conseguenza $\Delta H_{fl} = 0,70 \text{ metri}$.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 36 DI 125

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-1 Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

Le perdite di carico compressive ΔH_f ammontano pertanto a circa 1,01 m (=0,31+0,70), per cui la prevalenza totale dovrà essere dell'ordine dei 5 m circa (=4,05+0,70+0,31=5,06).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota tra il livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il *Volume utile di invaso*. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate:

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 276 mc (cfr. Tabella 8-2) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 23,00*6,00*4,50 metri (volume acqua 23,00*6,00*2,00).

Nella Figura 8-2, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia, in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 37 DI 125

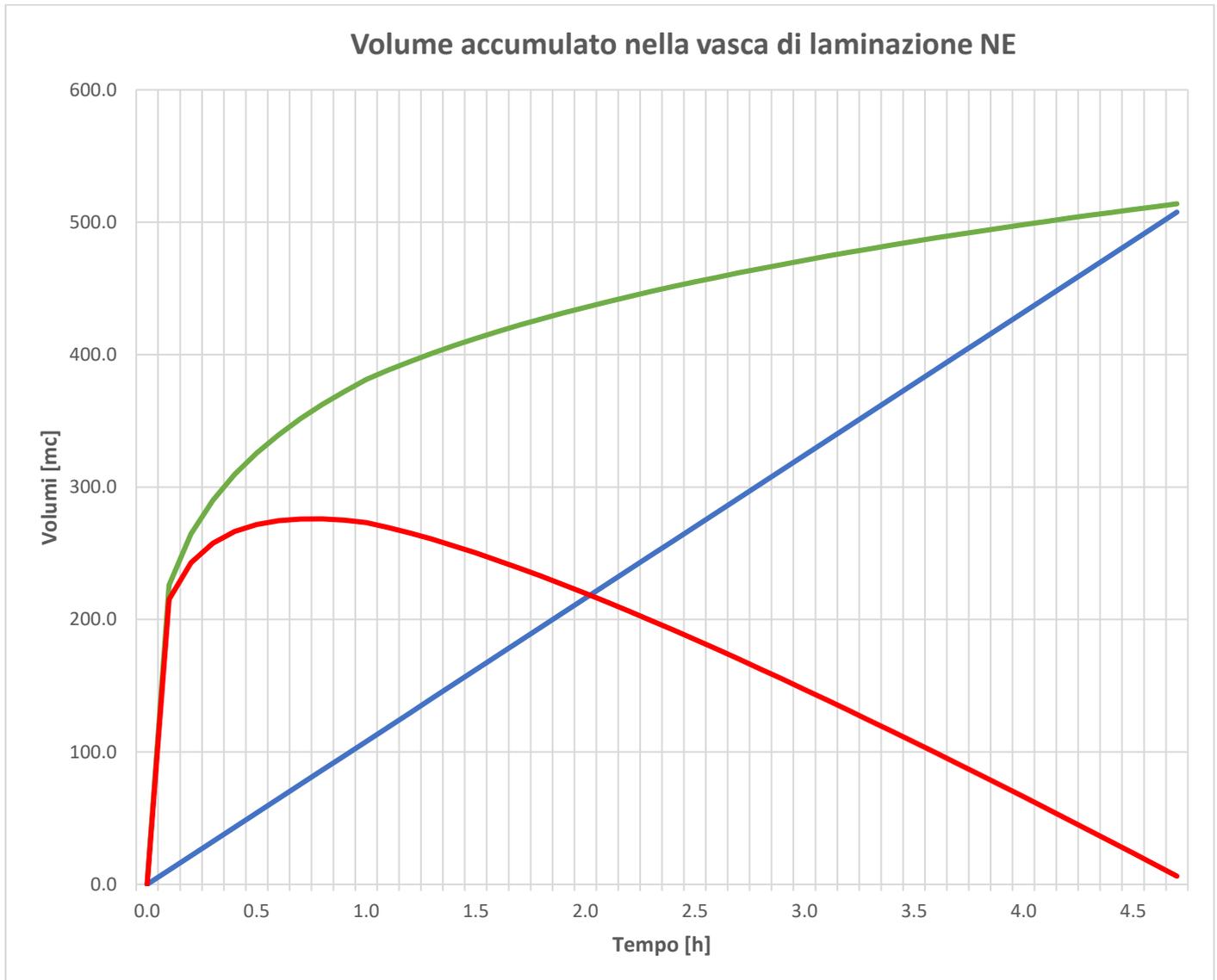


Figura 8-2 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione NE per un tempo di ritorno di 25 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 38 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	226,0	0,10	10,8	0,10	215,2
0,20	264,5	0,20	21,6	0,20	242,9
0,30	290,0	0,30	32,4	0,30	257,6
0,40	309,6	0,40	43,2	0,40	266,4
0,50	325,7	0,50	54,0	0,50	271,7
0,60	339,5	0,60	64,8	0,60	274,7
0,70	351,5	0,70	75,6	0,70	275,9
0,80	362,4	0,80	86,4	0,80	276,0
0,90	372,2	0,90	97,2	0,90	275,0
1,00	381,2	1,00	108,0	1,00	273,2
1,10	388,3	1,10	118,8	1,10	269,5
1,20	394,8	1,20	129,6	1,20	265,2
1,30	401,0	1,30	140,4	1,30	260,6
1,40	406,8	1,40	151,2	1,40	255,6
1,50	412,2	1,50	162,0	1,50	250,2
1,60	417,4	1,60	172,8	1,60	244,6
1,70	422,3	1,70	183,6	1,70	238,7
1,80	427,0	1,80	194,4	1,80	232,6
1,90	431,5	1,90	205,2	1,90	226,3
2,00	435,8	2,00	216,0	2,00	219,8
2,10	439,9	2,10	226,8	2,10	213,1
2,20	443,8	2,20	237,6	2,20	206,2
2,30	447,7	2,30	248,4	2,30	199,3
2,40	451,4	2,40	259,2	2,40	192,2
2,50	454,9	2,50	270,0	2,50	184,9
2,60	458,4	2,60	280,8	2,60	177,6
2,70	461,7	2,70	291,6	2,70	170,1
2,80	465,0	2,80	302,4	2,80	162,6
2,90	468,2	2,90	313,2	2,90	155,0
3,00	471,2	3,00	324,0	3,00	147,2
3,10	474,2	3,10	334,8	3,10	139,4
3,20	477,1	3,20	345,6	3,20	131,5
3,30	480,0	3,30	356,4	3,30	123,6
3,40	482,7	3,40	367,2	3,40	115,5
3,50	485,5	3,50	378,0	3,50	107,5
3,60	488,1	3,60	388,8	3,60	99,3
3,70	490,7	3,70	399,6	3,70	91,1
3,80	493,2	3,80	410,4	3,80	82,8
3,90	495,7	3,90	421,2	3,90	74,5
4,00	498,1	4,00	432,0	4,00	66,1
4,10	500,5	4,10	442,8	4,10	57,7
4,20	502,8	4,20	453,6	4,20	49,2
4,30	505,1	4,30	464,4	4,30	40,7
4,40	507,4	4,40	475,2	4,40	32,2
4,50	509,6	4,50	486,0	4,50	23,6
4,60	511,8	4,60	496,8	4,60	15,0
4,70	513,9	4,70	507,6	4,70	6,3

Tabella 8-2

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	39 DI 125

In *Tabella 8-3* sono riassunte le caratteristiche della vasca NE della fermata Campus. La mandata della vasca recapita nel tombino circolare DN1500 posto alla progressiva KM 0+334.12.

CAMPUS - VASCA NE		
Area servita	Piazzale NE stazione	
Sollevamento	SI	
Cassa d'aria	NO	
Portata in uscita [l/s]	30	
Quota p.c. [m s.m.m.]	5,75	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	PEAD De 315 (2,50) PEAD De 630 (2,25)	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	0,25	
Pianta vasca	L [m]	23,00
	B [m]	6,00
Tirante vasca [m]	2,00	
Altezza vasca [m]	4,50	
Volume laminato [mc]	276	

Tabella 8-3 – Caratteristiche della vasca NE della fermata Campus

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 40 DI 125

8.1.2 Vasca NO

La rete di drenaggio afferente alla vasca NO sottende una superficie pari a circa $S = 3.600 \text{ m}^2 = 0,36 \text{ Ha}$, da cui, assunto un coefficiente di deflusso φ pari ad 0,9 per la superficie impermeabile, si ottiene una superficie equivalente $S_{equivalente} = 0,32 \text{ Ha}$ circa. Considerando 40 l/s Ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, **pari a 12,8 l/s** ($=0,32 \cdot 40$).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni.

Lo scarico della vasca è garantito da una luce di fondo regolata da paratoia che funzionerà sempre a battente anche in condizioni di vasca praticamente vuota; per ottenere questo effetto la luce a battente è stata sottoposta di cm 20 sotto il fondo della vasca in un piccolo pozzetto. Il dimensionamento dell'apertura da predisporre nella vasca della citata luce di fondo si ricava dall'applicazione dello schema idraulico della luce a battente (cfr. Figura 8-3), secondo il quale la portata di scarico è calcolata mediante la formula:

$$Q = Q_{uscite} = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot h_o}$$

Dove C_q (coefficiente di portata) è pari a 0,6 così come dedotto dai valori di letteratura. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Si precisa che, a differenza del caso riportato al paragrafo che precede per la vasca NE (§ 8.1.1), la portata in uscita non è regolata da una elettropompa ma da una luce a battente per cui l'andamento dei volumi cumulati in uscita non è di tipo lineare.

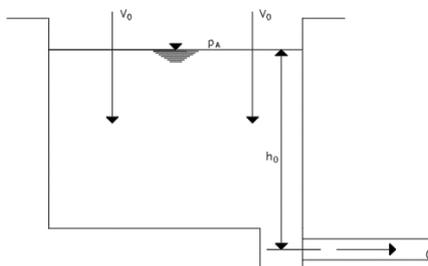


Figura 8-3 – Schema del funzionamento di una luce di fondo

Per quanto riguarda, invece, la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate:

- $h = a t_p^n = 51.03 \cdot t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 \cdot t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S, è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a \cdot t_p^n \cdot \varphi \cdot S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{uscite} \cdot t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

Per limitare la portata in uscita a 12,8 l/sec per l'invarianza idraulica si è dovuta "tarare per i tiranti in gioco" una luce a battente di dimensioni ridotte ($0,06 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m} = 0,0036 \text{ mq} = 36 \text{ cmq}$) posta 10 cm al di sotto del fondo della vasca in un piccolo pozzetto di presa. Ne consegue che, se ad esempio il tirante in vasca è di h metri, il carico nel baricentro della luce a battente da porre nei calcoli, è pari a $h + 0,10 - (0,06/2)$.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 41 DI 125

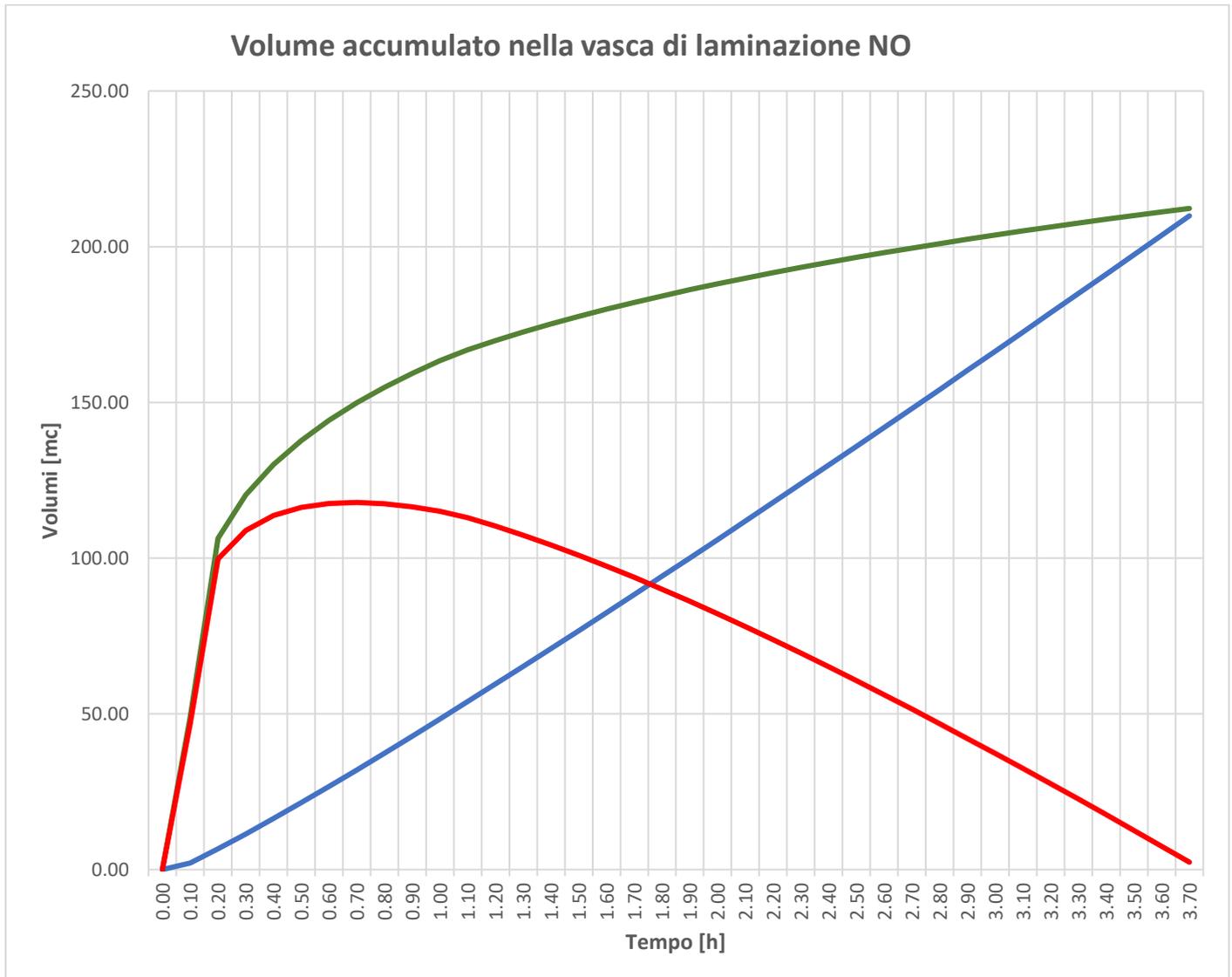


Figura 8-4 - Andamento del volume accumulato nella vasca di laminazione NO per un tempo di ritorno di 25 anni.

Nella *Figura 8-4*, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa. I dati di calcolo sono riportati nella *Tabella 8-4* dalla quale si nota un volume utile di invaso pari a circa 118 mc, un tirante in vasca massimo di 1,46 m, una portata massima in uscita dalla luce a battente di 12,73 l/s \approx 12,8 l/s come il limite di invarianza idraulica.

Il volume di 118 mc è ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 9,00*9,00*2,80 metri (volume acqua 9,00*9,00*1,46).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 42 DI 125

t (ore)	Volume entrante [mc]	t (ore)	Volume uscente [mc]	t (ore)	Volume rimanente [mc]	Tirante in vasca [m]	Portata uscente [l/s]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	49,0	0,10	2,15	0,10	46,9	0,58	8,02
0,20	106,4	0,20	6,63	0,20	99,8	1,23	11,707
0,30	120,3	0,30	11,41	0,30	108,9	1,34	12,230
0,40	130,0	0,40	16,37	0,40	113,7	1,40	12,497
0,50	137,8	0,50	21,47	0,50	116,3	1,44	12,642
0,60	144,3	0,60	26,68	0,60	117,6	1,45	12,710
0,70	149,9	0,70	31,98	0,70	117,9	1,46	12,726
0,80	154,8	0,80	37,37	0,80	117,5	1,45	12,704
0,90	159,3	0,90	42,83	0,90	116,5	1,44	12,651
1,00	163,4	1,00	48,35	1,00	115,0	1,42	12,572
1,10	166,9	1,10	53,93	1,10	112,9	1,39	12,457
1,20	169,8	1,20	59,56	1,20	110,3	1,36	12,309
1,30	172,6	1,30	65,24	1,30	107,4	1,33	12,145
1,40	175,2	1,40	70,95	1,40	104,2	1,29	11,967
1,50	177,6	1,50	76,70	1,50	100,9	1,25	11,775
1,60	179,9	1,60	82,48	1,60	97,4	1,20	11,570
1,70	182,1	1,70	88,30	1,70	93,8	1,16	11,352
1,80	184,2	1,80	94,16	1,80	90,0	1,11	11,122
1,90	186,2	1,90	100,04	1,90	86,1	1,06	10,879
2,00	188,1	2,00	105,95	2,00	82,1	1,01	10,623
2,10	189,9	2,10	111,89	2,10	78,0	0,96	10,353
2,20	191,7	2,20	117,85	2,20	73,8	0,91	10,070
2,30	193,3	2,30	123,84	2,30	69,5	0,86	9,772
2,40	195,0	2,40	129,85	2,40	65,1	0,80	9,459
2,50	196,5	2,50	135,89	2,50	60,7	0,75	9,129
2,60	198,1	2,60	141,95	2,60	56,1	0,69	8,781
2,70	199,5	2,70	148,03	2,70	51,5	0,64	8,413
2,80	201,0	2,80	154,13	2,80	46,8	0,58	8,023
2,90	202,4	2,90	160,25	2,90	42,1	0,52	7,607
3,00	203,7	3,00	166,39	3,00	37,3	0,46	7,162
3,10	205,0	3,10	172,55	3,10	32,5	0,40	6,681
3,20	206,3	3,20	178,73	3,20	27,6	0,34	6,156
3,30	207,6	3,30	184,93	3,30	22,6	0,28	5,577
3,40	208,8	3,40	191,15	3,40	17,6	0,22	4,923
3,50	210,0	3,50	197,38	3,50	12,6	0,16	4,160
3,60	211,1	3,60	203,63	3,60	7,5	0,09	3,212
3,70	212,3	3,70	209,89	3,70	2,4	0,03	1,808

Tabella 8-4

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 43 DI 125

CAMPUS - VASCA NO		
Area servita	Piazzale NO Stazione	
Sollevamento	No	
Cassa d'aria	No	
Portata massima in uscita [l/s]	12,8	
Quota p.c. [m s.m.m.]	6,00	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	PEAD De 500 (3,65) PEAD De 400 (4,40)	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	2,20	
Pianta vasca	L [m]	9,00
	B [m]	9,00
Tirante vasca [m]	1,46	
Altezza vasca [m]	2,80	
Volume laminato [mc]	118,00	

Tabella 8-5 - Caratteristiche della vasca NO della fermata Campus.

In *Tabella 8-5* sono riassunte le caratteristiche della vasca NO della fermata Campus. Lo scarico della vasca recapita nel tombino circolare DN1500 posto alla progressiva KM 0+334.12.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 44 DI 125

8.1.3 Vasca SO

La rete di drenaggio afferente alla vasca SO sottende una superficie pari a $S = 4.800 \text{ m}^2 = 0,480 \text{ Ha}$ circa, da cui, assunto un coefficiente di deflusso ϕ pari a 0,9 per la superficie impermeabile, si ottiene una superficie equivalente $S_{equivalente} = 0,43 \text{ Ha}$ circa. Considerando 40 l/s ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, **pari a 17 l/s**, ($=0,43 \cdot 40$). Nella vasca SO, a favore di sicurezza, si adotteranno due elettropompe uguali di 17 l/s ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata ha dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 150mm, con la quale si ottiene una velocità pari a 0,96 m/s.

Le manovre che inducono sollecitazioni più gravose nelle condotte a valle di un impianto di sollevamento sono l'attacco e l'arresto improvviso delle pompe che danno luogo alla formazione di sovrappressioni e depressioni che si propagano per tutta la condotta. L'entità di tale fenomeno dipende dalla lunghezza della tubazione, dal tipo di materiale con cui è realizzata, dalla velocità del fluido all'interno della tubazione (quindi dal diametro e dalla portata), ecc.

Per limitare le eventuali sovrappressioni un metodo normalmente adottato negli impianti di sollevamento è rappresentato dall'inserimento di casse d'aria immediatamente a valle dell'impianto di sollevamento. Data la lunghezza della mandata del caso in analisi va dunque previsto l'utilizzo di una cassa d'aria adeguatamente dimensionata.

La prevalenza dell'impianto ΔH viene calcolata come: $\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$ dove:

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe nella vasca SO pari a 2,00 m s.m.m. (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione (5,60 m s.m.m.), ossia 3,60 m = (5,60-2,00). Si precisa che, assunto il fondo vasca pari a 2,00 m s.m.m., le elettropompe saranno installate in un pozzetto, **di volume assolutamente trascurabile, posto al di sotto di tale quota per far sì che siano sempre sotto battente**. Il livello geodetico sarà calcolato sempre dal fondo vasca.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

Con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 80 m,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a 0,8 mm, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a 0,031 ed un valore di J pari a 0,0099 m/m.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 80 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 0,79 \text{ metri}$.

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$\Delta H_{fl} = k \cdot v^2 / (2 \cdot g)$$

con:

k = coefficiente numerico (vedi tabella seguente)

v = velocità nella condotta pari a 0,96 m/s

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 45 DI 125

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-6 Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di tre curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente K complessivo è pari a 4,8 e di conseguenza $\Delta H_f = 0,23$ metri.

Le perdite di carico compressive ΔH_f ammontano pertanto a circa 1,02 m (=0,79+0,23), pertanto la prevalenza totale dovrà essere dell'ordine dei 4,6 m circa (3,60+0,79+0,23=4,62 metri).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota trail livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il *Volume utile di invaso*. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate:

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 161 mc (cfr. Tabella 8-7) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 12,00*7,00*3,20 metri (volume acqua 12,00*7,00*1,90).

Nella Figura 8-5, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 46 DI 125

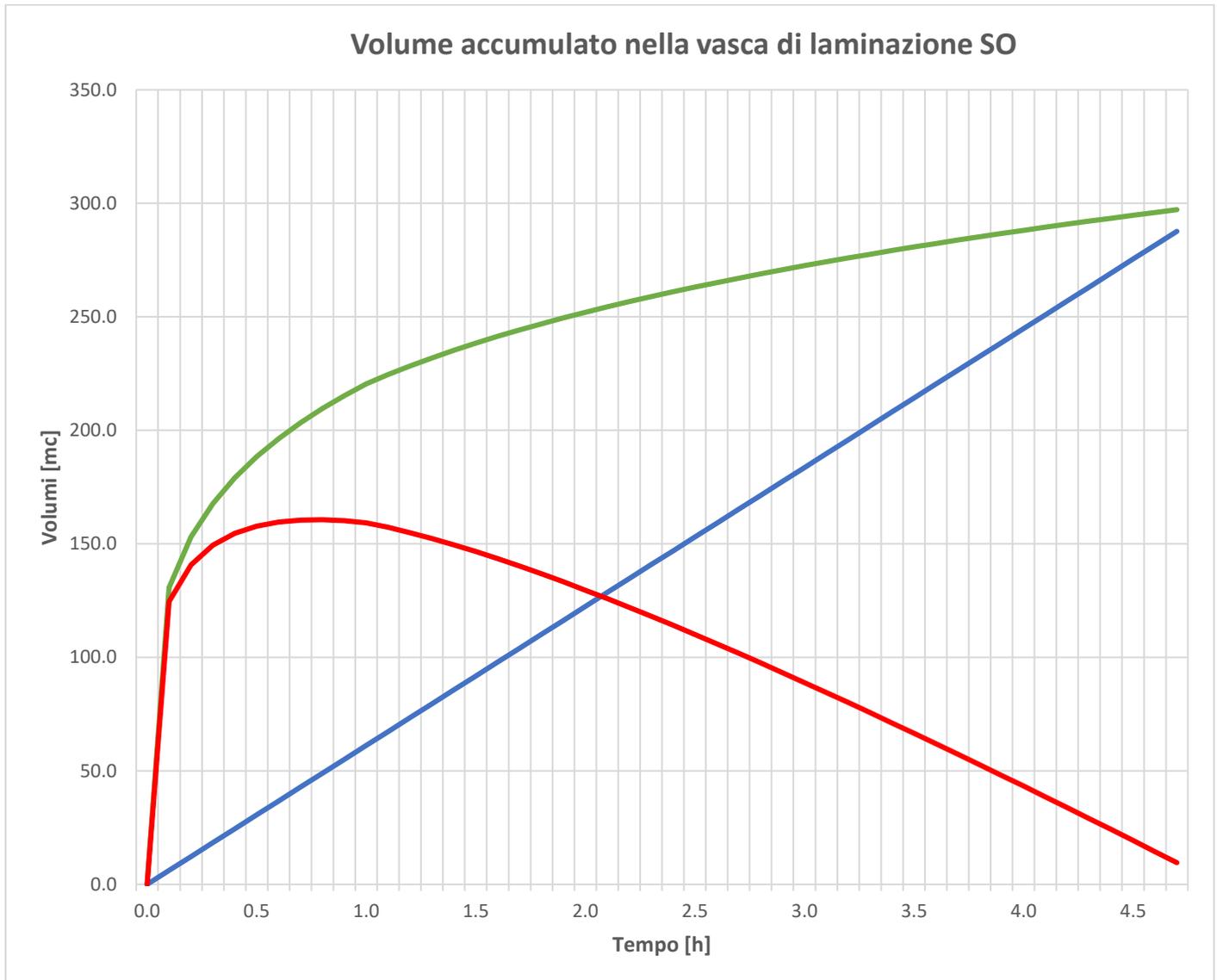


Figura 8-5 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione SO per un tempo di ritorno di 25 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 47 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	130,7	0,10	6,1	0,10	124,6
0,20	153,0	0,20	12,2	0,20	140,7
0,30	167,7	0,30	18,4	0,30	149,4
0,40	179,1	0,40	24,5	0,40	154,6
0,50	188,4	0,50	30,6	0,50	157,8
0,60	196,3	0,60	36,7	0,60	159,6
0,70	203,3	0,70	42,8	0,70	160,5
0,80	209,6	0,80	49,0	0,80	160,6
0,90	215,2	0,90	55,1	0,90	160,2
1,00	220,4	1,00	61,2	1,00	159,2
1,10	224,5	1,10	67,3	1,10	157,2
1,20	228,3	1,20	73,4	1,20	154,9
1,30	231,9	1,30	79,6	1,30	152,3
1,40	235,2	1,40	85,7	1,40	149,6
1,50	238,4	1,50	91,8	1,50	146,6
1,60	241,4	1,60	97,9	1,60	143,5
1,70	244,2	1,70	104,0	1,70	140,2
1,80	246,9	1,80	110,2	1,80	136,8
1,90	249,5	1,90	116,3	1,90	133,2
2,00	252,0	2,00	122,4	2,00	129,6
2,10	254,4	2,10	128,5	2,10	125,9
2,20	256,7	2,20	134,6	2,20	122,0
2,30	258,9	2,30	140,8	2,30	118,1
2,40	261,0	2,40	146,9	2,40	114,1
2,50	263,1	2,50	153,0	2,50	110,1
2,60	265,1	2,60	159,1	2,60	106,0
2,70	267,0	2,70	165,2	2,70	101,8
2,80	268,9	2,80	171,4	2,80	97,6
2,90	270,7	2,90	177,5	2,90	93,3
3,00	272,5	3,00	183,6	3,00	88,9
3,10	274,2	3,10	189,7	3,10	84,5
3,20	275,9	3,20	195,8	3,20	80,1
3,30	277,6	3,30	202,0	3,30	75,6
3,40	279,2	3,40	208,1	3,40	71,1
3,50	280,7	3,50	214,2	3,50	66,5
3,60	282,3	3,60	220,3	3,60	62,0
3,70	283,8	3,70	226,4	3,70	57,3
3,80	285,2	3,80	232,6	3,80	52,7
3,90	286,7	3,90	238,7	3,90	48,0
4,00	288,1	4,00	244,8	4,00	43,3
4,10	289,5	4,10	250,9	4,10	38,5
4,20	290,8	4,20	257,0	4,20	33,8
4,30	292,1	4,30	263,2	4,30	29,0
4,40	293,4	4,40	269,3	4,40	24,1
4,50	294,7	4,50	275,4	4,50	19,3
4,60	296,0	4,60	281,5	4,60	14,4
4,70	297,2	4,70	287,6	4,70	9,5

Tabella 8-7

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	48 DI 125

CAMPUS - VASCA SO		
Area servita	Piazzale SO Stazione	
Sollevamento	SI	
Cassa d'aria	SI	
Portata in uscita [l/s]	17	
Quota p.c. [m s.m.m.]	6,20	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	PEAD De 630 (3,90)	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	2,00	
Pianta vasca	L [m]	12,00
	B [m]	7,00
Tirante vasca [m]	1,90	
Altezza vasca [m]	3,20	
Volume laminato [mc]	161,00	

Tabella 8-8 – Caratteristiche della vasca SO della fermata Campus

In *Tabella 8-8* sono riassunte le caratteristiche della vasca SO della fermata Campus. Per la mandata della vasca SO è previsto il recapito in fognatura in via Amendola.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 49 DI 125

8.1.4 Vasca N

Il sottopasso ciclopedonale posto a nord è dotato di canalette di pulizia e di canalette grigliate che drenano le aree non coperte del sottopasso. Le canalette scaricano in una vasca in calcestruzzo dotata di impianto di sollevamento. Le canalette della parte del sottopasso posizionata al di là della linea ferroviaria rispetto alla vasca di laminazione scaricano in una condotta DN500 in calcestruzzo che, attraversata la ferrovia, a sua volta termina nella vasca.

La superficie sottesa dalla condotta è pari a $S_{sottopasso} = 280 \text{ m}^2$ circa e la portata afferente alla condotta è stata calcolata utilizzando gli stessi parametri utilizzati per la verifica delle componenti di drenaggio dei piazzali delle stazioni. In *Tabella 8-9* si riporta la verifica della condotta di scarico effettuata con SWMM.

Tipo	DN	Q [l/s]	v [m/s]	Ks	g.r. [%]	y [mm]	franco [mm]
CLS	500	208	1.31	70	75	375	125

Tabella 8-9 – Verifica della condotta di scarico nella vasca N.

La rete di drenaggio afferente alla vasca N sottende una superficie totale (comprensiva, cioè, della superficie di 280 m^2 sottesa dalla condotta) pari a $S = 900 \text{ m}^2 = 0,090 \text{ Ha}$ circa, da cui, assunto un coefficiente di deflusso ϕ pari a $0,9$ per la superficie impermeabile, si ottiene una superficie equivalente $S_{equivalente} = 0,081 \text{ Ha}$ circa. Considerando 40 l/s ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, **pari a circa $3,24 \text{ l/s}$** ($=0,081 \cdot 40$). Nella vasca N, a favore di sicurezza, si adotteranno due elettropompe uguali di $3,25 \text{ l/s}$ ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata deve avere dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 80 mm, con la quale si ottiene una velocità pari a $0,64 \text{ m/s}$.

La prevalenza dell'impianto ΔH calcolata come $\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$ dove:

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe pari a $-0,50 \text{ m s.m.m.}$ (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione ($4,15 \text{ m s.m.m.}$), ossia $4,65 \text{ m} = (4,15 - (-0,50))$. Si precisa che, assunto il fondo vasca pari a $-0,50 \text{ m s.m.m.}$, le elettropompe saranno installate in un pozzetto, **di volume assolutamente trascurabile, posto al di sotto di tale quota per far sì che siano sempre sotto battente**. Il livello geodetico sarà calcolato sempre dal fondo vasca.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 10 m ,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a $0,8 \text{ mm}$, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a $0,039$ ed un valore di J pari a $0,0104 \text{ m/m}$.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 45 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 0,47 \text{ metri}$.

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 50 DI 125

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

con:

k = coefficiente numerico (vedi tabella seguente)

v = velocità nella condotta pari a 0,65 m/s

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-10 – Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K.

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di tre curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente K complessivo è pari a 4,8 e di conseguenza $\Delta H_{fl} = 0,10$ metri.

Le perdite di carico complessive ΔH_f ammontano pertanto a circa 0,60 m ($\approx 0,47 + 0,10$), pertanto la prevalenza totale dovrà essere dell'ordine dei 5,20 m ($\approx 4,65 + 0,47 + 0,10 = 5,22$).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota tra il livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il *Volume utile di invaso*. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S, è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 30 mc (cfr. Tabella 8-11) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 5,00*5,00*5,55 metri (volume acqua 5,00*5,00*1,20).

Nella Figura 8-6, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione in funzione dei tempi di pioggia in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 51 DI 125

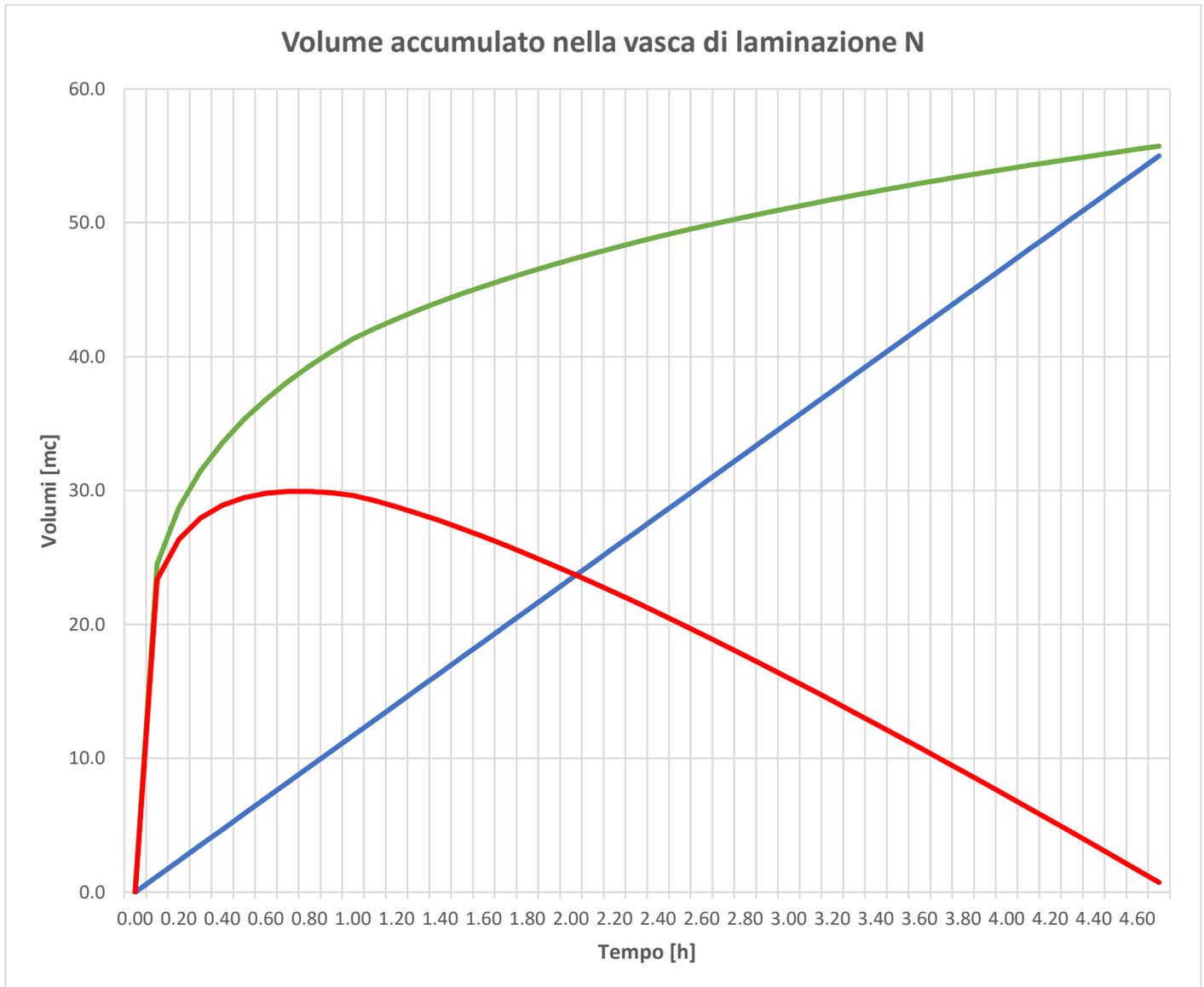


Figura 8-6 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione N per un tempo di ritorno di 25 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 52 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	24,5	0,10	1,2	0,10	23,3
0,20	28,7	0,20	2,3	0,20	26,3
0,30	31,4	0,30	3,5	0,30	27,9
0,40	33,6	0,40	4,7	0,40	28,9
0,50	35,3	0,50	5,9	0,50	29,5
0,60	36,8	0,60	7,0	0,60	29,8
0,70	38,1	0,70	8,2	0,70	29,9
0,80	39,3	0,80	9,4	0,80	29,9
0,90	40,4	0,90	10,5	0,90	29,8
1,00	41,3	1,00	11,7	1,00	29,6
1,10	42,1	1,10	12,9	1,10	29,2
1,20	42,8	1,20	14,0	1,20	28,8
1,30	43,5	1,30	15,2	1,30	28,3
1,40	44,1	1,40	16,4	1,40	27,7
1,50	44,7	1,50	17,6	1,50	27,1
1,60	45,3	1,60	18,7	1,60	26,5
1,70	45,8	1,70	19,9	1,70	25,9
1,80	46,3	1,80	21,1	1,80	25,2
1,90	46,8	1,90	22,2	1,90	24,6
2,00	47,3	2,00	23,4	2,00	23,9
2,10	47,7	2,10	24,6	2,10	23,1
2,20	48,1	2,20	25,7	2,20	22,4
2,30	48,5	2,30	26,9	2,30	21,6
2,40	48,9	2,40	28,1	2,40	20,9
2,50	49,3	2,50	29,3	2,50	20,1
2,60	49,7	2,60	30,4	2,60	19,3
2,70	50,1	2,70	31,6	2,70	18,5
2,80	50,4	2,80	32,8	2,80	17,7
2,90	50,8	2,90	33,9	2,90	16,8
3,00	51,1	3,00	35,1	3,00	16,0
3,10	51,4	3,10	36,3	3,10	15,2
3,20	51,7	3,20	37,4	3,20	14,3
3,30	52,0	3,30	38,6	3,30	13,4
3,40	52,3	3,40	39,8	3,40	12,6
3,50	52,6	3,50	41,0	3,50	11,7
3,60	52,9	3,60	42,1	3,60	10,8
3,70	53,2	3,70	43,3	3,70	9,9
3,80	53,5	3,80	44,5	3,80	9,0
3,90	53,8	3,90	45,6	3,90	8,1
4,00	54,0	4,00	46,8	4,00	7,2
4,10	54,3	4,10	48,0	4,10	6,3
4,20	54,5	4,20	49,1	4,20	5,4
4,30	54,8	4,30	50,3	4,30	4,5
4,40	55,0	4,40	51,5	4,40	3,5
4,50	55,3	4,50	52,7	4,50	2,6
4,60	55,5	4,60	53,8	4,60	1,7
4,70	55,7	4,70	55,0	4,70	0,7

Tabella 8-11

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	53 DI 125

In *Tabella 8-12* sono riassunte le caratteristiche della vasca N della fermata Campus. La vasca N scarica nel tombino circolare DN1500 posto alla progressiva Km 0+334.12.

CAMPUS - VASCA N		
Area servita	Sottopasso ciclopedonale	
Sollevamento	SI	
Cassa d'aria	No	
Portata in uscita [l/s]	3,25	
Quota p.c. [m s.m.m.]	5,75	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	CLS DN 500 [0,40]	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	-0,80	
Pianta vasca	L [m]	5,00
	B [m]	5,00
Tirante vasca [m]	1,20	
Altezza vasca [m]	5,55	
Volume laminato [mc]	30,00	

Tabella 8-12 – Caratteristiche della vasca N della fermata Campus

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni						
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	54 DI 125

8.1.5 Vasca SE

Il sottopasso ciclopedonale posto a sud è dotato di canalette di pulizia e di canalette grigliate che drenano le aree non coperte del sottopasso. Le canalette scaricano in una vasca in calcestruzzo dotata di impianto di sollevamento. Le canalette della parte del sottopasso posizionata al di là della linea ferroviaria rispetto alla vasca di laminazione scaricano in una condotta DN500 in calcestruzzo che, attraversata la ferrovia, a sua volta termina nella vasca.

La superficie sottesa $S_{\text{sottopasso}}$ dalla condotta è pari a circa 235 m^2 e la portata afferente alla condotta è stata calcolata con il metodo cinematico utilizzando gli stessi parametri utilizzati per la verifica delle componenti di drenaggio dei piazzali delle stazioni. In Tabella 8-13 si riporta la verifica della condotta di scarico.

Tipo	DN	Q [l/s]	v [m/s]	Ks	g.r. [%]	y [mm]	franco [mm]
CLS	500	149	1.23	70	59	300	200

Tabella 8-13 – Verifica della condotta di scarico nella vasca SE.

La rete di drenaggio afferente alla vasca SE sottende una superficie totale (comprensiva, cioè, della superficie sottesa dalla condotta di 235 m^2) $S = 2.460 \text{ m}^2 = 0,246 \text{ Ha}$ circa, da cui, assunto un coefficiente di deflusso ϕ pari a $0,9$ per la superficie impermeabile, si ottiene una superficie equivalente $S_{\text{equivalente}} = 0,22 \text{ Ha}$ circa. Considerando 40 l/s ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, **pari a 9 l/s** . ($=0,22 \cdot 40$). Nella vasca SE, a favore di sicurezza, si adatteranno due elettropompe uguali di 9 l/s ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata deve avere dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 100 mm, con la quale si ottiene una velocità pari a $1,15 \text{ m/s}$.

La prevalenza dell'impianto ΔH viene calcolata come $\Delta H = \Delta H_{\text{geo}} + \Delta H_f$ dove:

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe pari a $-1,00 \text{ m s.m.m.}$ (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione ($4,80 \text{ m s.m.m.}$), ossia $5,80 \text{ m} = ((4,80 - (-1,00)))$.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 20 m ,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a $0,8 \text{ mm}$, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a $0,0358$ ed un valore di J pari a $0,024 \text{ m/m}$.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 20 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 0,48 \text{ metri}$.

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

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

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 55 DI 125

con:

k = coefficiente numerico (vedi tabella seguente)

v = velocità nella condotta pari a 1,09 m/s

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-14 – Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K.

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di due curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente K complessivo è pari a 4,05 e di conseguenza $\Delta H_f = 0,27$ metri.

Le perdite di carico complessive ΔH_f ammontano pertanto a circa 0,75 m (=0,48+0,27), per cui la prevalenza totale sarà dell'ordine dei 6,5 m circa ($\approx 5,80+0,48+0,27=6,55$).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota trail livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il *Volume utile di invaso*. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S, è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 81 mc (cfr. Tabella 8-15) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 8,20*8,20*6,00 metri (volume acqua 8,20*8,20*1,20).

Nella Figura 8-7, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia, in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 56 DI 125

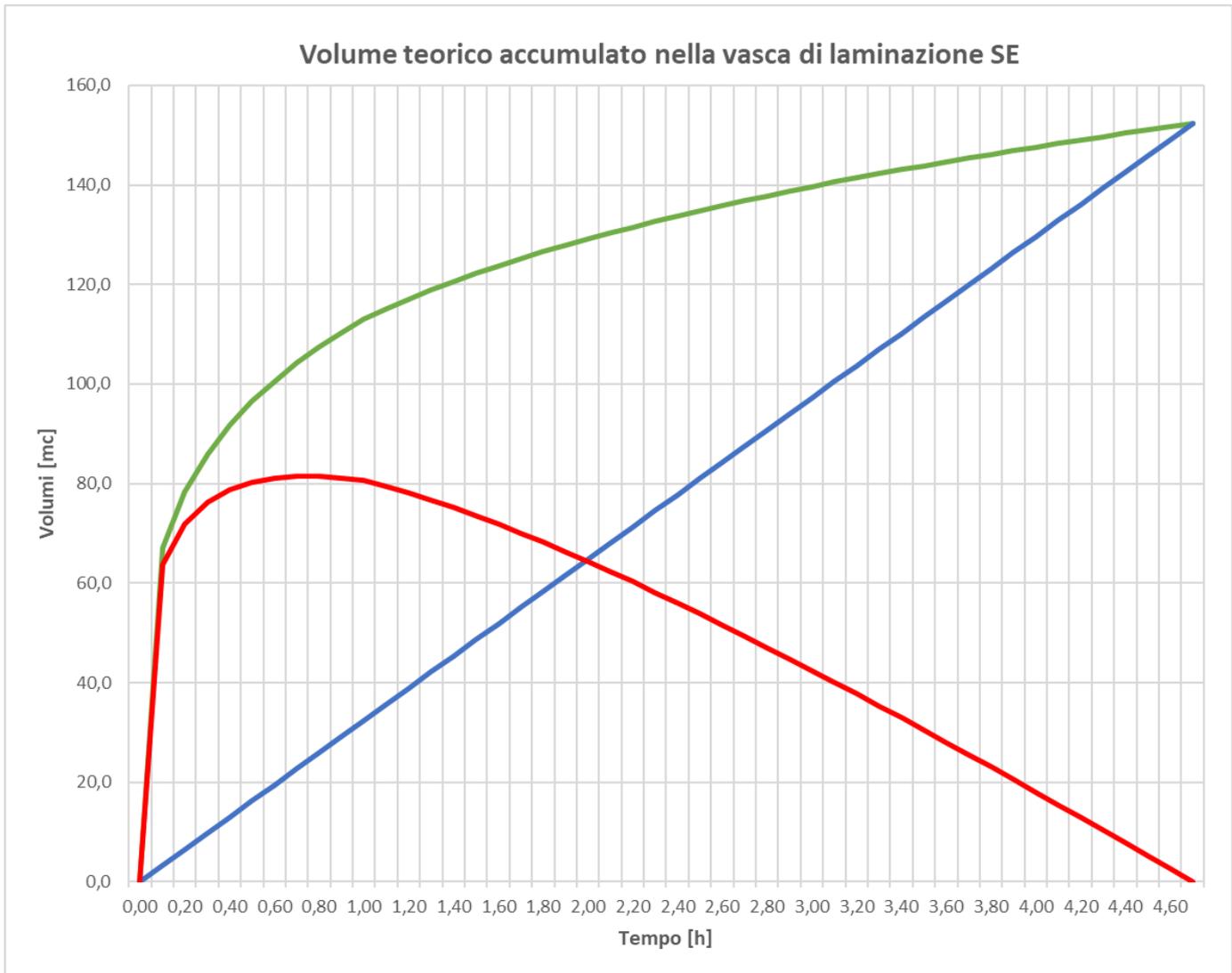


Figura 8-7 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione SE al variare del tempo di pioggia per un tempo di ritorno di 25 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 57 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	67,0	0,10	3,2	0,10	63,7
0,20	78,4	0,20	6,5	0,20	71,9
0,30	86,0	0,30	9,7	0,30	76,2
0,40	91,8	0,40	13,0	0,40	78,8
0,50	96,5	0,50	16,2	0,50	80,3
0,60	100,6	0,60	19,4	0,60	81,2
0,70	104,2	0,70	22,7	0,70	81,5
0,80	107,4	0,80	25,9	0,80	81,5
0,90	110,3	0,90	29,2	0,90	81,2
1,00	113,0	1,00	32,4	1,00	80,6
1,10	115,1	1,10	35,6	1,10	79,4
1,20	117,0	1,20	38,9	1,20	78,1
1,30	118,8	1,30	42,1	1,30	76,7
1,40	120,6	1,40	45,4	1,40	75,2
1,50	122,2	1,50	48,6	1,50	73,6
1,60	123,7	1,60	51,8	1,60	71,9
1,70	125,2	1,70	55,1	1,70	70,1
1,80	126,6	1,80	58,3	1,80	68,2
1,90	127,9	1,90	61,6	1,90	66,3
2,00	129,2	2,00	64,8	2,00	64,4
2,10	130,4	2,10	68,0	2,10	62,3
2,20	131,5	2,20	71,3	2,20	60,3
2,30	132,7	2,30	74,5	2,30	58,2
2,40	133,8	2,40	77,8	2,40	56,0
2,50	134,8	2,50	81,0	2,50	53,8
2,60	135,9	2,60	84,2	2,60	51,6
2,70	136,9	2,70	87,5	2,70	49,4
2,80	137,8	2,80	90,7	2,80	47,1
2,90	138,8	2,90	94,0	2,90	44,8
3,00	139,7	3,00	97,2	3,00	42,5
3,10	140,6	3,10	100,4	3,10	40,1
3,20	141,4	3,20	103,7	3,20	37,7
3,30	142,3	3,30	106,9	3,30	35,3
3,40	143,1	3,40	110,2	3,40	32,9
3,50	143,9	3,50	113,4	3,50	30,5
3,60	144,7	3,60	116,6	3,60	28,0
3,70	145,4	3,70	119,9	3,70	25,6
3,80	146,2	3,80	123,1	3,80	23,1
3,90	146,9	3,90	126,4	3,90	20,6
4,00	147,6	4,00	129,6	4,00	18,0
4,10	148,3	4,10	132,8	4,10	15,5
4,20	149,0	4,20	136,1	4,20	13,0
4,30	149,7	4,30	139,3	4,30	10,4
4,40	150,4	4,40	142,6	4,40	7,8
4,50	151,0	4,50	145,8	4,50	5,2
4,60	151,7	4,60	149,0	4,60	2,6
4,70	152,3	4,70	152,3	4,70	0,0

Tabella 8-15

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	58 DI 125

In *Tabella 8-16* sono riassunte le caratteristiche della vasca SE della fermata Campus. Per la vasca SE è previsto il recapito nel pozzetto C SO 05 appartenente alla rete di drenaggio della vasca SO.

CAMPUS - VASCA SE		
Area servita	Sottopasso ciclopeditone	
Sollevamento	SI	
Cassa d'aria	No	
Portata in uscita [l/s]	9	
Quota p.c. [m s.m.m.]	6,00	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	CLS DN 500 (0,20) PEAD De 315 (1,28)	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	-1,00	
Pianta vasca	L [m]	8,20
	B [m]	8,20
Tirante vasca [m]	1,20	
Altezza vasca [m]	6,00	
Volume laminato [mc]	81,00	

Tabella 8-16 – Caratteristiche della vasca SE della fermata Campus

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	59 DI 125

8.2 Stazione Executive

Il piazzale carrabile ed il parcheggio posti a Sud Ovest della Stazione Executive, oltre che alla viabilità NV03, sono serviti da una rete di drenaggio afferente ad una vasca di prima pioggia collegata a sua volta con una vasca di laminazione (denominata vasca "Monte", *Figura 8-8*).

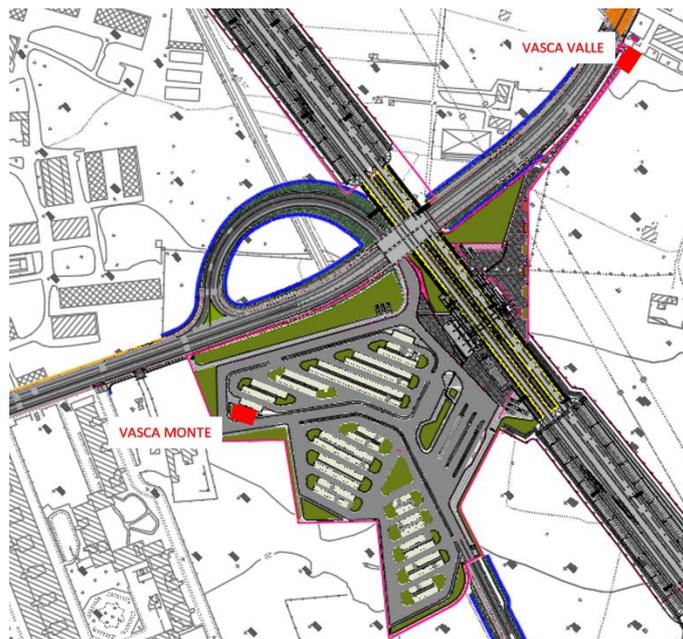


Figura 8-8 - Sistema di drenaggio dei piazzali della stazione Executive

La parte di piazzale posta a Nord Est della stazione Executive è destinata al solo transito pedonale e ciclabile, dunque non si prevede il trattamento di prima pioggia per le acque meteoriche drenate su queste superfici. La rete di drenaggio afferisce ad una vasca di laminazione, denominata "Valle", dimensionata secondo i criteri dell'invarianza idraulica.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 60 DI 125

8.2.1 Vasca di prima pioggia e vasca “Monte”

La rete di drenaggio afferente alla vasca Monte sottende una superficie S pari a circa $56.000 m^2 = 5,6 Ha$, di cui $5,293 Ha$ di superficie di piattaforma impermeabile (caratterizzata da un coefficiente di deflusso ϕ pari ad $0,9$) e $0.307 Ha$ di superficie verde (caratterizzata da un coefficiente di deflusso ϕ pari ad $0,4$) per una superficie equivalente $S_{equivalente} = 4,887 Ha$ circa.

8.2.1.1 Vasca di prima pioggia Executive “Monte”

Partendo dalla superficie di piattaforma si può calcolare il volume della vasca di prima pioggia da predisporre al termine della rete di drenaggio sulla base della seguente relazione:

$$V_{prima\ pioggia} = S * 5 / 1000 [m^3]$$

nella quale S è la superficie afferente in metri quadri. In questo modo si ottiene un volume di prima pioggia pari a $244 m^3$.

È stata predisposta una vasca prefabbricata di circa $240 m^3$ con 10 moduli prefabbricati a sezione rettangolare di forma prismatica in calcestruzzo armato prefabbricato, ciascuno di volume utile pari a circa $24 m^3$ (Figura 8-9). In particolare, l'elemento prefabbricato con base rettangolare ha dimensioni interne di $5,30 \times 2,30 \times (h=) 2,40$ metri e con spessori della platea di fondazione, delle pareti esterne di $10\div 20$ cm; lo spessore della soletta di copertura è di cm 20.

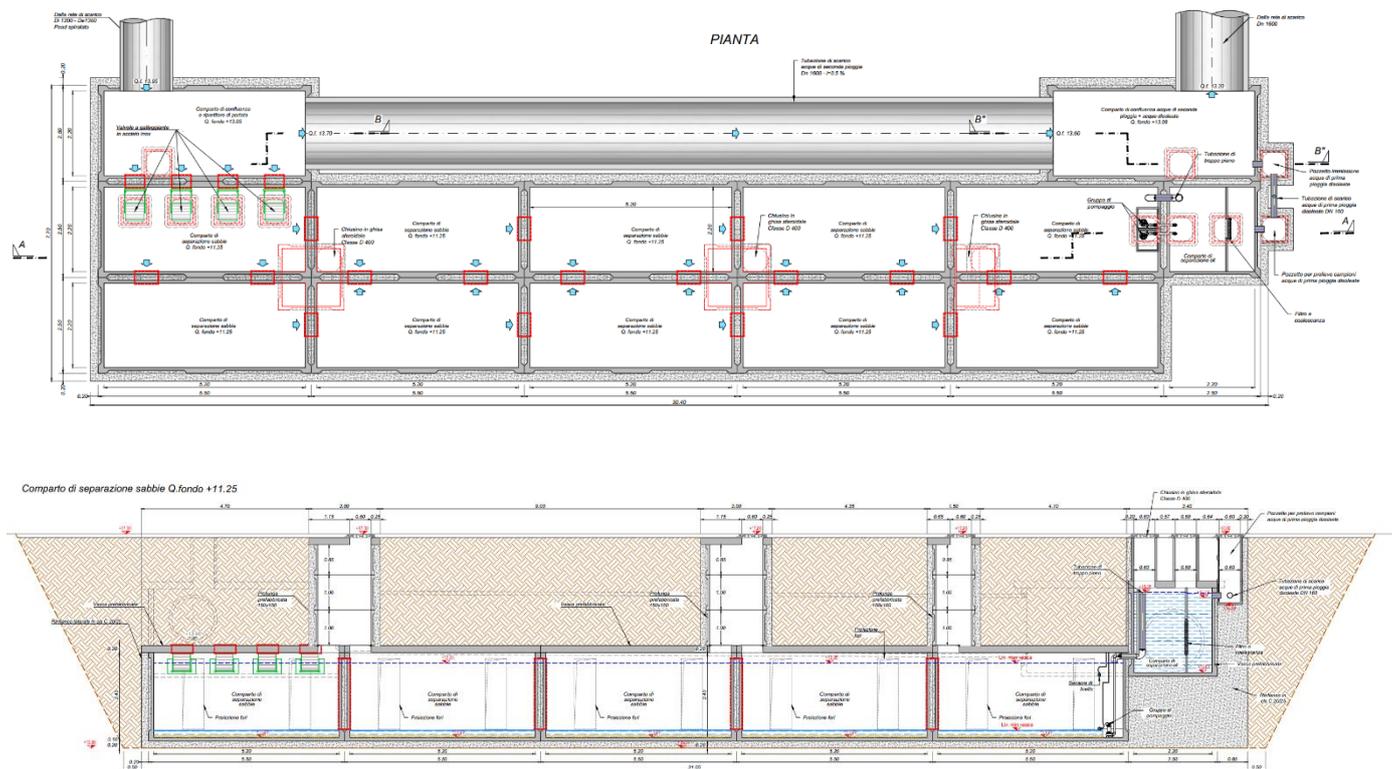


Figura 8-9 - Pianta e sezione longitudinale della Vasca di prima pioggia Executive “Monte”

Nel pozzetto di ingresso alla vasca di prima pioggia la portata di piena, che percorre la tubazione in PeaD spiralato con $De = 1.360$ mm, $Di = 1.200$ mm e che proviene dalla rete di drenaggio, arriva con le seguenti caratteristiche idrauliche:

- $Q_{entrante} = 4020$ l/s,
- Velocità $V = 4,52$ m/s,

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 61 DI 125

- *Tirante $h = 0,88$ m,*
- *Velocità cinetica = 1,04 m,*
- *Carico idraulico $H = 1,92$ m.*

Per descrivere brevemente il funzionamento dell'opera, si parte dalla condizione di vasche vuote; durante il riempimento, il tirante d'acqua aumenta fino a raggiungere il livello prefissato di 2,10 m rispetto al fondo ed il volume di 240 m³ allorquando le vasche, unite tra di loro, si ritengono piene (*con le acque di prima pioggia*); in tale condizione le valvole a galleggiante in ingresso si chiudono impedendo l'accesso di altra acqua piovana (*acqua di seconda pioggia*) che – nella camera di ingresso - vengono deviate lungo il by-pass costituito dalla tubazione in cemento armato DN 1600 con quota di fondo di 13,70 m s.m.m.. In altre parole, a vasca piena e con le valvole a galleggiante chiuse nel pozzetto di arrivo, se continua a piovere, nella citata vasca non arriva più acqua (*di seconda pioggia*).

Dopo la fase di sedimentazione si attiva una delle due elettropompe che dovrà svuotare la vasca in 48 ore per inviarla al successivo comparto di sedimentazione oli.

La portata di ogni elettropompa sarà pari a 1,40 l/sec = 84 l/min. Esse funzioneranno una alternativamente all'altra. La potenza P di ogni elettropompa, considerando un rendimento $\eta = 0,7$ ed una prevalenza di 4 metri sarà pari a circa 78≈80 W.

Come detto in precedenza, quando l'accesso in vasca è inibito per la chiusura dei galleggianti, si attiva il by-pass costituito da una tubazione in cemento armato DN 1500. Le caratteristiche idrauliche nella sezione iniziale del by-pass sono le seguenti:

- *$Q_{entrante} = 4020$ l/s (in condizioni di stato critico),*
- *Velocità $V_c = 2,95$ m/s,*
- *Tirante $h_c = 1,03$ m,*
- *Velocità cinetica = 0,45 m,*
- *Carico idraulico $H_c = 1,48$ m.*

Avendo posto il fondo della tubazione in by-pass a quota 13,70 m s.m.m. il carico di imbocco è pari a 15,18 m s.m.m. di poco superiore all'estradosso (a quota di 15,15 m s.m.m.) della condotta di arrivo $D_i=1200$ che, quindi, sarà leggermente rigurgitata (per soli 3 cm) mediamente una volta ogni 25 anni.

Nella sezione terminale del by-pass, con pendenza pari a 0,005 m/m, le caratteristiche idrauliche sono le seguenti:

- *$Q_{uscite} = 4020$ l/s (in condizioni di moto uniforme),*
- *Velocità $V_u = 3,27$ m/s,*
- *Tirante $h_u = 0,94$ m,*
- *Velocità cinetica = 0,54 m,*
- *Carico idraulico $H_u = 1,48$ m.*

Nel pozzetto terminale della vasca di prima pioggia la condotta by-pass arriva con quota di fondo 13,60 m s.m.m. (=13,70-0,10) avendo impostato una pendenza $i=0,005$ e con carico idraulico paria a 15,08 m s.m.m..

La condotta in uscita dal pozzetto terminale avrà quota di fondo di 13,20 m s.m.m. per consentire in sicurezza l'imbocco della portata verso la vasca di laminazione.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	62 DI 125

SCALA DI DEFLUSSO - SEZIONE IN CEMENTO ARMATO DN=1600																	
Diametro (m)		1,600		FORMULA										1) K de Strickler		80	
Altezza iniziale ho (m)		0,900												2) n de Manning			
Altezza finale hf (m)		1,100												3) G de Bazin			
Incremento dh (m)		0,0100												4) m de Kutter			
Pendenza i (m/m)		0,0050												5) C de Hazen			
h	h/D	Teta	Area	Ci	Ri	Li	Q _u	V _u	V _u ² /2g	1,5*V _u ² /2g	H _u	Q _c	V _c	V _c ² /2g	1,5*V _c ² /2g	H _c	
(m)	-	(rad)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	
0,910	0,569	3,4175	1,1808	2,7340	0,4319	1,585	3,816	3,232	0,532	0,799	1,442	3,192	2,704	0,373	0,559	1,283	
0,920	0,575	3,4427	1,1966	2,7542	0,4345	1,582	3,883	3,245	0,537	0,805	1,457	3,260	2,724	0,378	0,567	1,298	
0,930	0,581	3,4680	1,2124	2,7744	0,4370	1,579	3,949	3,258	0,541	0,811	1,471	3,328	2,745	0,384	0,576	1,314	
0,940	0,588	3,4934	1,2282	2,7947	0,4395	1,575	4,016	3,270	0,545	0,817	1,485	3,397	2,766	0,390	0,585	1,330	
0,950	0,594	3,5188	1,2439	2,8151	0,4419	1,572	4,082	3,282	0,549	0,823	1,499	3,466	2,786	0,396	0,594	1,346	
0,960	0,600	3,5443	1,2596	2,8354	0,4442	1,568	4,148	3,293	0,553	0,829	1,513	3,536	2,808	0,402	0,603	1,362	
0,970	0,606	3,5699	1,2752	2,8559	0,4465	1,563	4,214	3,305	0,557	0,835	1,527	3,607	2,829	0,408	0,612	1,378	
0,980	0,613	3,5955	1,2909	2,8764	0,4488	1,559	4,280	3,316	0,560	0,841	1,540	3,679	2,850	0,414	0,621	1,394	
0,990	0,619	3,6212	1,3064	2,8969	0,4510	1,554	4,346	3,327	0,564	0,846	1,554	3,752	2,872	0,420	0,630	1,410	
1,000	0,625	3,6470	1,3219	2,9176	0,4531	1,549	4,411	3,337	0,568	0,851	1,568	3,825	2,893	0,427	0,640	1,427	
1,010	0,631	3,6728	1,3374	2,9383	0,4552	1,544	4,477	3,347	0,571	0,857	1,581	3,899	2,915	0,433	0,650	1,443	
1,020	0,638	3,6988	1,3528	2,9590	0,4572	1,538	4,542	3,357	0,574	0,862	1,594	3,973	2,937	0,440	0,660	1,460	
1,030	0,644	3,7248	1,3682	2,9799	0,4591	1,532	4,606	3,367	0,578	0,867	1,608	4,049	2,959	0,446	0,670	1,476	
1,040	0,650	3,7510	1,3835	3,0008	0,4610	1,526	4,671	3,376	0,581	0,871	1,621	4,125	2,982	0,453	0,680	1,493	
1,050	0,656	3,7772	1,3987	3,0218	0,4629	1,520	4,734	3,385	0,584	0,876	1,634	4,203	3,005	0,460	0,690	1,510	
1,060	0,663	3,8036	1,4139	3,0429	0,4646	1,513	4,798	3,394	0,587	0,880	1,647	4,281	3,028	0,467	0,701	1,527	
1,070	0,669	3,8301	1,4290	3,0641	0,4664	1,506	4,861	3,402	0,590	0,885	1,660	4,359	3,051	0,474	0,712	1,544	
1,080	0,675	3,8567	1,4440	3,0854	0,4680	1,499	4,924	3,410	0,593	0,889	1,673	4,439	3,074	0,482	0,723	1,562	
1,090	0,681	3,8835	1,4589	3,1068	0,4696	1,491	4,986	3,418	0,595	0,893	1,685	4,520	3,098	0,489	0,734	1,579	
1,100	0,688	3,9104	1,4738	3,1283	0,4711	1,483	5,048	3,425	0,598	0,897	1,698	4,601	3,122	0,497	0,745	1,597	

Tabella 8-17

Le caratteristiche idrauliche della condotta in by-pass sono riportate nella Tabella 8-17, in rosso/blu nella sezione iniziale ed in nero/blu nella sezione terminale.

Le caratteristiche della vasca di prima pioggia e della vasca "Monte" sono riportate nella Tabella 8-18.

EXECUTIVE - VASCA PRIMA PIOGGIA MONTE	
Area servita	Piazzale STAZIONE MONTE
Quota p.c. [m s.m.m.]	17,00
Volume utile [mc]	240
Portata in arrivo [l/s]	4020,00
Tirante in vasca [m]	2,10
Quota fondo condotta Di 1200 in arrivo [m s.m.m.]	13,95
Quota fondo vasca di prima pioggia [m s.m.m.]	11,25
Dimensioni interne di ogni modulo	5,20 (lunghezza)
	2,20 (larghezza)
	2,40 (altezza)
Portata in uscita sollevata in 48 ore [l/s]	1,40
Portata in by-pass (seconda pioggia) [l/s]	4020,00
Quote fondo condotta Di 1600 in by-pass [m s.m.m.]	da 13,70 a 13,60
Quota fondo condotta Di 1600 in uscita [m s.m.m.]	13,20
Potenza della pompa di sollevamento [W]	78

Tabella 8-18

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 63 DI 125

8.2.1.2 Vasca di laminazione Executive "Monte"

Considerando 40 l/s ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca di laminazione, pari a 195 l/s (=4,887*40). Nella vasca Monte, a favore di sicurezza, si adotteranno due elettropompe uguali di 195 l/s ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata deve avere dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 400 mm, con la quale si ottiene una velocità pari a 1,55 m/s.

Le manovre che inducono sollecitazioni più gravose nelle condotte a valle di un impianto di sollevamento sono l'attacco e l'arresto improvviso delle pompe che danno luogo alla formazione di sovrappressioni e depressioni che si propagano per tutta la condotta. L'entità di tale fenomeno dipende dalla lunghezza della tubazione, dal tipo di materiale con cui è realizzata, dalla velocità del fluido all'interno della tubazione (quindi dal diametro e dalla portata), ecc.

Per limitare le eventuali sovrappressioni un metodo normalmente adottato negli impianti di sollevamento è rappresentato dall'inserimento di casse d'aria immediatamente a valle dell'impianto di sollevamento. Data la lunghezza della mandata del caso in analisi va dunque previsto l'utilizzo di una cassa d'aria adeguatamente dimensionata.

La prevalenza dell'impianto ΔH calcolata come: $\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe in vasca Monte pari a 10,5 m s.m.m. (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione (17,00 m s.m.m.), ossia 6,50 m (=17,00-10,50). Si precisa che, assunto il fondo vasca pari a 10,50 m s.m.m., le elettropompe saranno installate in un pozzetto, **di volume assolutamente trascurabile, posto al di sotto di tale quota per far sì che siano sempre sotto battente**. Il livello geodetico sarà calcolato sempre dal fondo vasca.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 280 m,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a 0,8 mm, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a 0,0245 ed un valore di J pari a 0,0073 m/m.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 280 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 2,04$ metri

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

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

Con:

k = coefficiente numerico (vedi tabella seguente)

v = velocità nella condotta pari a 1,55 m/s

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 64 DI 125

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-19 – Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di dieci curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente K complessivo è pari a 10,05 e di conseguenza $\Delta H_f = 1,19$ metri

Le perdite di carico continue e localizzate complessive ΔH_f ammontano pertanto a circa 3,20 m (2,04+1,19=3,23), pertanto la prevalenza totale dovrà essere dell'ordine dei 9,70 m (6,50+2,04+1,19=9,73).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota trail livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il Volume utile di invaso. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 1800 mc (cfr. Tabella 8-20) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 45,00*12,00*6,25 metri (volume acqua 45,00*12,00*3,35).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 65 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	1478,5	0,10	70,2	0,10	1.408,3
0,20	1730,4	0,20	140,4	0,20	1.590,0
0,30	1897,3	0,30	210,6	0,30	1.686,7
0,40	2025,3	0,40	280,8	0,40	1.744,5
0,50	2130,5	0,50	351,0	0,50	1.779,5
0,60	2220,6	0,60	421,2	0,60	1.799,4
0,70	2299,6	0,70	491,4	0,70	1.808,2
0,80	2370,4	0,80	561,6	0,80	1.808,8
0,90	2434,6	0,90	631,8	0,90	1.802,8
1,00	2493,6	1,00	702,0	1,00	1.791,6
1,10	2539,9	1,10	772,2	1,10	1.767,7
1,20	2582,9	1,20	842,4	1,20	1.740,5
1,30	2623,1	1,30	912,6	1,30	1.710,5
1,40	2660,9	1,40	982,8	1,40	1.678,1
1,50	2696,6	1,50	1053,0	1,50	1.643,6
1,60	2730,4	1,60	1123,2	1,60	1.607,2
1,70	2762,5	1,70	1193,4	1,70	1.569,1
1,80	2793,1	1,80	1263,6	1,80	1.529,5
1,90	2822,4	1,90	1333,8	1,90	1.488,6
2,00	2850,5	2,00	1404,0	2,00	1.446,5
2,10	2877,5	2,10	1474,2	2,10	1.403,3
2,20	2903,4	2,20	1544,4	2,20	1.359,0
2,30	2928,4	2,30	1614,6	2,30	1.313,8
2,40	2952,6	2,40	1684,8	2,40	1.267,8
2,50	2976,0	2,50	1755,0	2,50	1.221,0
2,60	2998,6	2,60	1825,2	2,60	1.173,4
2,70	3020,5	2,70	1895,4	2,70	1.125,1
2,80	3041,8	2,80	1965,6	2,80	1.076,2
2,90	3062,4	2,90	2035,8	2,90	1.026,6
3,00	3082,5	3,00	2106,0	3,00	976,5
3,10	3102,1	3,10	2176,2	3,10	925,9
3,20	3121,2	3,20	2246,4	3,20	874,8
3,30	3139,8	3,30	2316,6	3,30	823,2
3,40	3157,9	3,40	2386,8	3,40	771,1
3,50	3175,6	3,50	2457,0	3,50	718,6
3,60	3192,9	3,60	2527,2	3,60	665,7
3,70	3209,9	3,70	2597,4	3,70	612,5
3,80	3226,4	3,80	2667,6	3,80	558,8
3,90	3242,6	3,90	2737,8	3,90	504,8
4,00	3258,5	4,00	2808,0	4,00	450,5
4,10	3274,1	4,10	2878,2	4,10	395,9
4,20	3289,4	4,20	2948,4	4,20	341,0
4,30	3304,3	4,30	3018,6	4,30	285,7
4,40	3319,0	4,40	3088,8	4,40	230,2
4,50	3333,4	4,50	3159,0	4,50	174,4
4,60	3347,6	4,60	3229,2	4,60	118,4
4,70	3361,5	4,70	3299,4	4,70	62,1
4,80	3375,2	4,80	3369,6	4,80	5,6

Tabella 8-20

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 66 DI 125

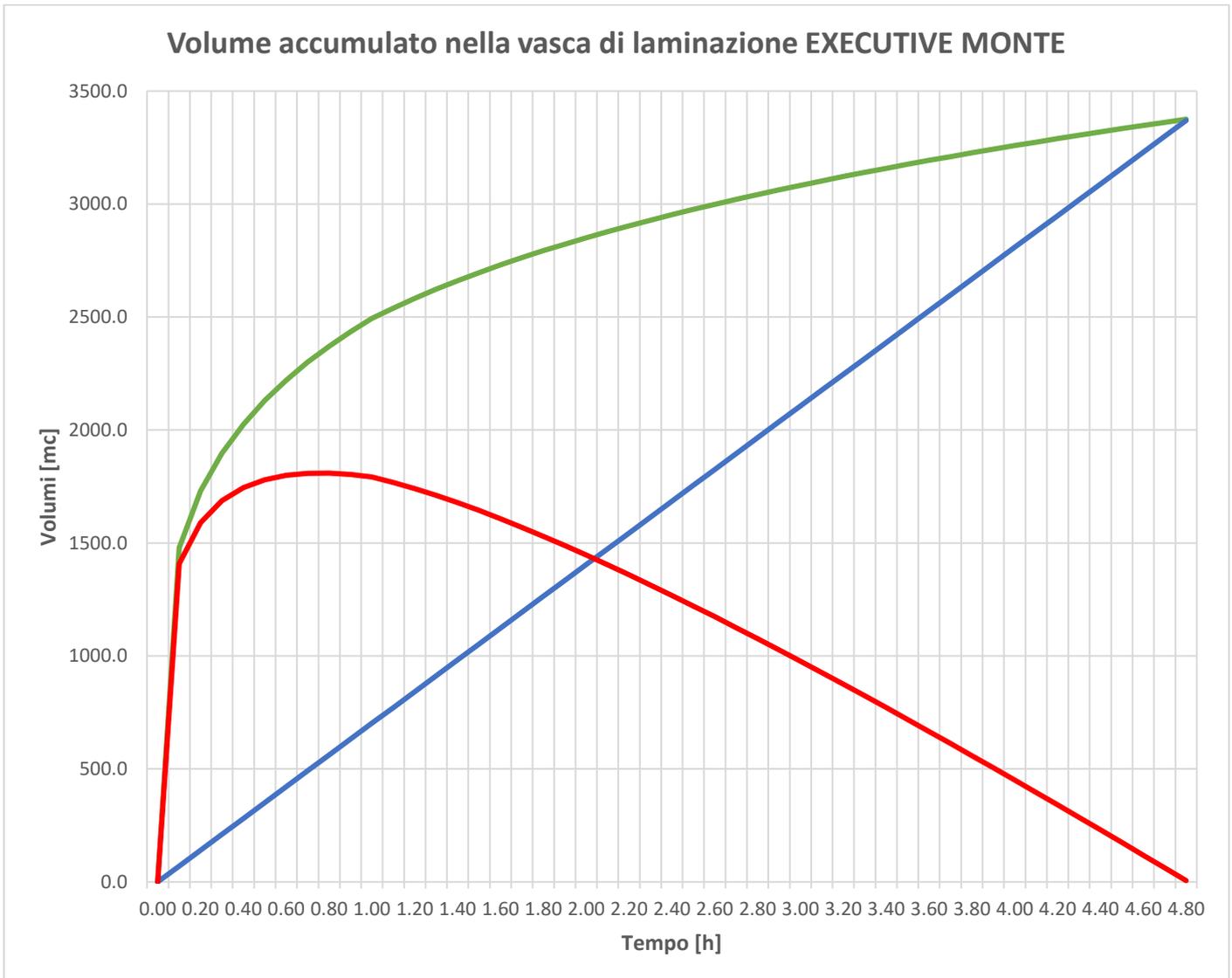


Figura 8-10 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione "Monte" al variare del tempo di pioggia per un tempo di ritorno di 25 anni.

Nella *Figura 8-10* è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	67 DI 125

EXECUTIVE - VASCA MONTE		
Area servita	Piazzale STAZIONE MONTE	
Sollevamento	Si	
Cassa d'aria	Si	
Portata in uscita [l/s]	195	
Quota p.c. [m s.m.m.]	17,00	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	CLS 1600 [13,10]	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	9,75	
Pianta vasca	L [m]	45,00
	B [m]	12,00
Tirante vasca [m]	3,35	
Altezza vasca [m]	6,25	
Volume laminato [mc]	1800	

Tabella 8-21 – Caratteristiche della vasca di laminazione a servizio del piazzale carrabile della stazione Executive.

Il recapito della vasca posta a monte della stazione Executive è costituito dal tombino circolare DN1500 posto alla progressiva Km 2+208.13. Per evitare di scaricare in pressione nel tombino circolare si prevede una vasca di calma da interporre tra lo sbocco della mandata ed il recapito (*Figura 8-11*). Il manufatto, da realizzarsi in cls, è costituito da due camere, la vasca di calma vera e propria ed una vasca di "captazione", suddivise da setti sulla sommità dei quali è posta la soglia sfiorante. Il fondo della vasca di calma ed il primo setto sono da proteggere contro l'azione erosiva del getto in pressione mediante una lamiera metallica. Lo sfioro posto in alto consente l'instaurarsi di un cuscinetto d'acqua che smorza la potenza del getto della mandata, mitigandone l'effetto erosivo. Il collegamento tra vasca di captazione e recapito è realizzato mediante una condotta DN 500 in calcestruzzo.

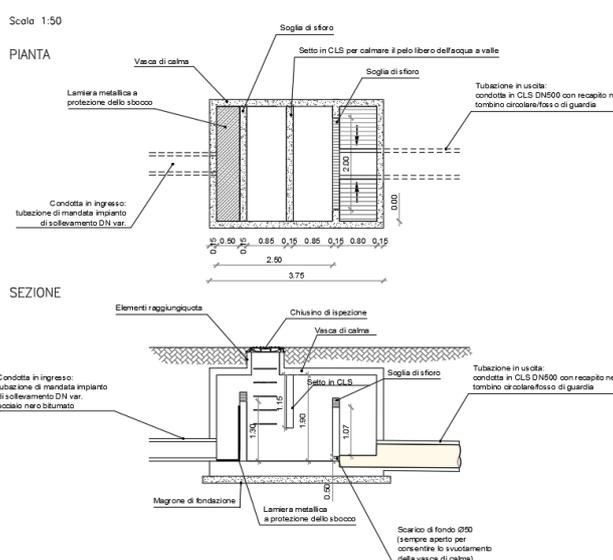


Figura 8-11 - Vasca di calma

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 68 DI 125

8.2.2 Vasca “Valle”

La rete di drenaggio afferente alla vasca Valle sottende una superficie $S = 4.650 \text{ m}^2 = 0,465 \text{ Ha}$ circa, da cui, assunto un coefficiente di deflusso ϕ pari ad 0,9 per la superficie impermeabile, si ottiene una superficie equivalente $S_{equivalente} = 0,4185 \text{ Ha}$. Considerando 40 l/s Ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, **pari a 16,5 l/s** ($\approx 0,4185 \cdot 40$).

Nella vasca Executive Valle, a favore di sicurezza, si adatteranno due elettropompe uguali di 16,5 l/s ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata deve avere dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 150 mm, con la quale si ottiene una velocità pari a $0,93 \text{ m/s}$.

La prevalenza dell'impianto ΔH calcolata come: $\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe pari a 9,90 m s.m.m. dal fondo vasca (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione (13,00 m s.m.m.), $3,10 = (13,00 - 9,90)$. Si precisa che, assunto il fondo vasca pari a 9,90 m s.m.m., le elettropompe saranno installate in un pozzetto, **di volume assolutamente trascurabile, posto al di sotto di tale quota per far sì che siano sempre sotto battente**. Il livello geodetico sarà calcolato sempre dal fondo vasca.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

Con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 10 m,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a 0,8 mm, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a 0,032 ed un valore di J pari a 0,0094 m/m.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 10 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 0,09 \text{ metri}$.

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

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

Con:

k = coefficiente numerico (vedi tabella seguente)

v = velocità nella condotta pari a $0,93 \text{ m/s}$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 69 DI 125

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-22 - Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K.

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di due curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente K complessivo è pari a 4,05 e di conseguenza $\Delta H_f = 0,18$ metri.

Le perdite di carico complessive continue e localizzate ΔH_f ammontano pertanto a circa 0,30 m ($0,09+0,18=0,27$), per cui la prevalenza totale dovrà essere dell'ordine dei 3,50 m circa ($=3,10+0,09+0,27=3,46$).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota trail livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il *Volume utile di invaso*. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 155 mc (cfr. Tabella 8-23) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di 8,00*8,00*3.00 metri (volume acqua 8,00*8,00*2,40). Nella Figura 8-12, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 70 DI 125

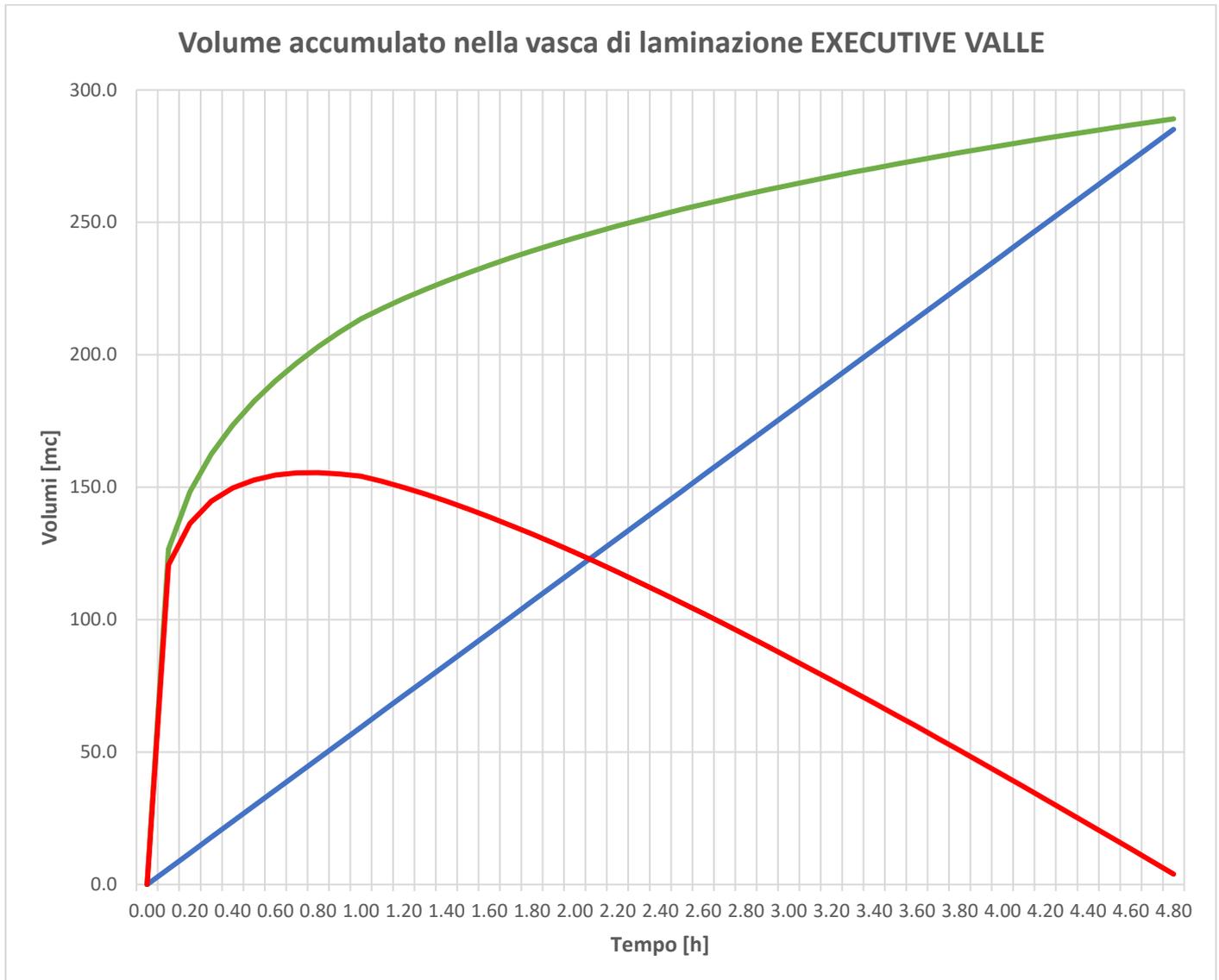


Figura 8-12 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione "Valle" al variare del tempo di pioggia per un tempo di ritorno di 25 anni.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	71 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	126,6	0,10	5,9	0,10	120,7
0,20	148,2	0,20	11,9	0,20	136,3
0,30	162,5	0,30	17,8	0,30	144,7
0,40	173,5	0,40	23,8	0,40	149,7
0,50	182,5	0,50	29,7	0,50	152,8
0,60	190,2	0,60	35,6	0,60	154,5
0,70	197,0	0,70	41,6	0,70	155,4
0,80	203,0	0,80	47,5	0,80	155,5
0,90	208,5	0,90	53,5	0,90	155,1
1,00	213,6	1,00	59,4	1,00	154,2
1,10	217,5	1,10	65,3	1,10	152,2
1,20	221,2	1,20	71,3	1,20	149,9
1,30	224,7	1,30	77,2	1,30	147,4
1,40	227,9	1,40	83,2	1,40	144,7
1,50	230,9	1,50	89,1	1,50	141,8
1,60	233,8	1,60	95,0	1,60	138,8
1,70	236,6	1,70	101,0	1,70	135,6
1,80	239,2	1,80	106,9	1,80	132,3
1,90	241,7	1,90	112,9	1,90	128,9
2,00	244,1	2,00	118,8	2,00	125,3
2,10	246,4	2,10	124,7	2,10	121,7
2,20	248,7	2,20	130,7	2,20	118,0
2,30	250,8	2,30	136,6	2,30	114,2
2,40	252,9	2,40	142,6	2,40	110,3
2,50	254,9	2,50	148,5	2,50	106,4
2,60	256,8	2,60	154,4	2,60	102,4
2,70	258,7	2,70	160,4	2,70	98,3
2,80	260,5	2,80	166,3	2,80	94,2
2,90	262,3	2,90	172,3	2,90	90,0
3,00	264,0	3,00	178,2	3,00	85,8
3,10	265,7	3,10	184,1	3,10	81,5
3,20	267,3	3,20	190,1	3,20	77,2
3,30	268,9	3,30	196,0	3,30	72,9
3,40	270,5	3,40	202,0	3,40	68,5
3,50	272,0	3,50	207,9	3,50	64,1
3,60	273,5	3,60	213,8	3,60	59,6
3,70	274,9	3,70	219,8	3,70	55,1
3,80	276,3	3,80	225,7	3,80	50,6
3,90	277,7	3,90	231,7	3,90	46,1
4,00	279,1	4,00	237,6	4,00	41,5
4,10	280,4	4,10	243,5	4,10	36,9
4,20	281,7	4,20	249,5	4,20	32,2
4,30	283,0	4,30	255,4	4,30	27,6
4,40	284,3	4,40	261,4	4,40	22,9
4,50	285,5	4,50	267,3	4,50	18,2
4,60	286,7	4,60	273,2	4,60	13,5
4,70	287,9	4,70	279,2	4,70	8,7
4,80	289,1	4,80	285,1	4,80	3,9

Tabella 8-23

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 72 DI 125

Le caratteristiche delle vasche sono riportate nella *Tabella 8-24*. Per la vasca a valle è previsto il recapito nella rete di drenaggio della nuova viabilità NV03, al pozzetto NV03E 10, QF. 11.63.

EXECUTIVE - VASCA VALLE	
Area servita	Piazzale STAZIONE VALLE
Sollevamento	Si
Cassa d'aria	Si
Portata in uscita [l/s]	16,50
Quota p.c. [m s.m.m.]	13,50
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	PEAD De 630 [12,02]
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	9,60
Pianta vasca	L [m]
	B [m]
Tirante vasca [m]	2,40
Altezza vasca [m]	3,00
Volume laminato [mc]	155

Tabella 8-24 - Caratteristiche della vasca Valle della Stazione Executive.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 73 DI 125

8.3 Stazione Triggiano

Il piazzale carrabile ed il parcheggio della Stazione Triggiano, oltre che la nuova viabilità NV08, sono serviti da una rete di drenaggio afferente ad una vasca di prima pioggia collegata con una vasca di laminazione (Figura 8-13).



Figura 8-13 - Sistema di drenaggio del piazzale della stazione di Triggiano.

La scalinata della stazione di Triggiano consente di accedere ai binari, posizionati ad una quota inferiore al piano campagna, direttamente dal piazzale della stazione, posto a quote pari a quelle del piano campagna. Una parte delle scalinate non è coperta dalla pensilina della stazione ed è dunque esposta agli eventi meteorici. A monte della scalinata è stata disposta una griglia di drenaggio per ostacolare l'accesso alla stazione da parte di portate esterne. Al termine della scalinata sono state posizionate 3 caditoie grigliate che, mediante un DN500 in calcestruzzo, scaricano i loro eventuali contributi meteorici nel drenaggio di piattaforma ferroviaria. La superficie sottesa dalla condotta è pari a circa 465 m² e la portata afferente alla condotta è stata calcolata con il metodo

cinematico utilizzando gli stessi parametri utilizzati per la verifica delle componenti di drenaggio dei piazzali delle stazioni. In Tabella 8-25 si riporta la verifica della condotta di scarico.

Tipo	DN	Q [l/s]	v [m/s]	Ks	g.r.	y [mm]	franco [mm]
CLS	500	26.8	0.90	70	21%	105	395

Tabella 8-25 – Verifica della condotta di scarico nel drenaggio di piattaforma ferroviaria.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 74 DI 125

8.3.1 Vasca di prima pioggia e vasca di laminazione

La rete di drenaggio afferente alle vasche sottende una superficie $S = 18.400 \text{ m}^2 = 1,84 \text{ Ha}$ circa, di cui $1,72 \text{ Ha}$ di superficie di piattaforma impermeabile (caratterizzata da un coefficiente di deflusso ϕ pari ad $0,9$) e $0,12 \text{ Ha}$ di superficie verde (caratterizzata da un coefficiente di deflusso ϕ pari ad $0,4$) per una superficie equivalente di circa $1,60 \text{ Ha}$.

8.3.1.1 Vasca di prima pioggia Triggiano

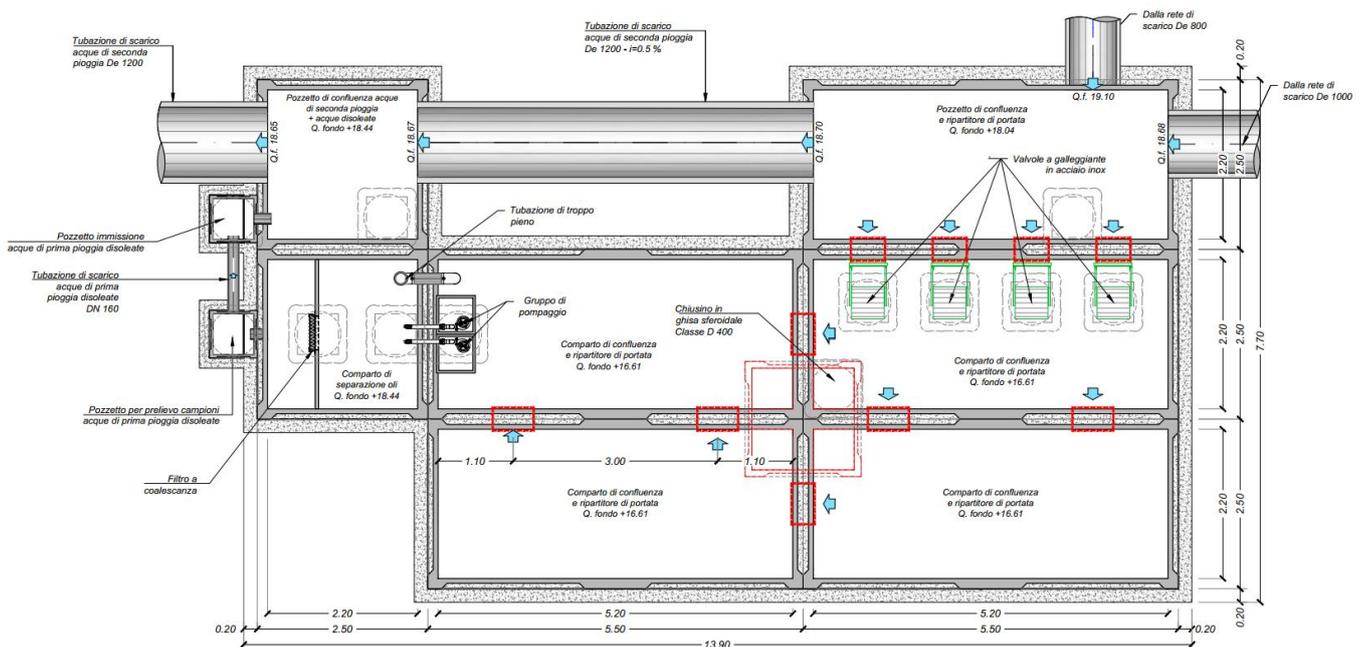
Partendo dalla superficie di piattaforma si può calcolare il volume della vasca di prima pioggia da predisporre al termine della rete di drenaggio sulla base della seguente relazione:

$$V_{\text{prima pioggia}} = S_{\text{equivalente}} * 5 / 1000 [\text{m}^3]$$

nella quale S è la superficie afferente in metri quadri. In questo modo si ottiene un volume di prima pioggia pari ad 80 m^3 .

È stata predisposta una vasca prefabbricata di circa 80 m^3 con 4 moduli prefabbricati a sezione rettangolare di forma prismatica in calcestruzzo armato prefabbricato, ciascuno di volume utile pari a circa 20 m^3 (Figura 8-14). In particolare, l'elemento prefabbricato con base rettangolare ha dimensioni interne di $5,30 \times 2,30 \times (h=) 2,40$ metri e con spessori della platea di fondazione, delle pareti esterne di $10\div 20 \text{ cm}$; lo spessore della soletta di copertura è di $\text{cm } 20$.

PIANTA



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	75 DI 125

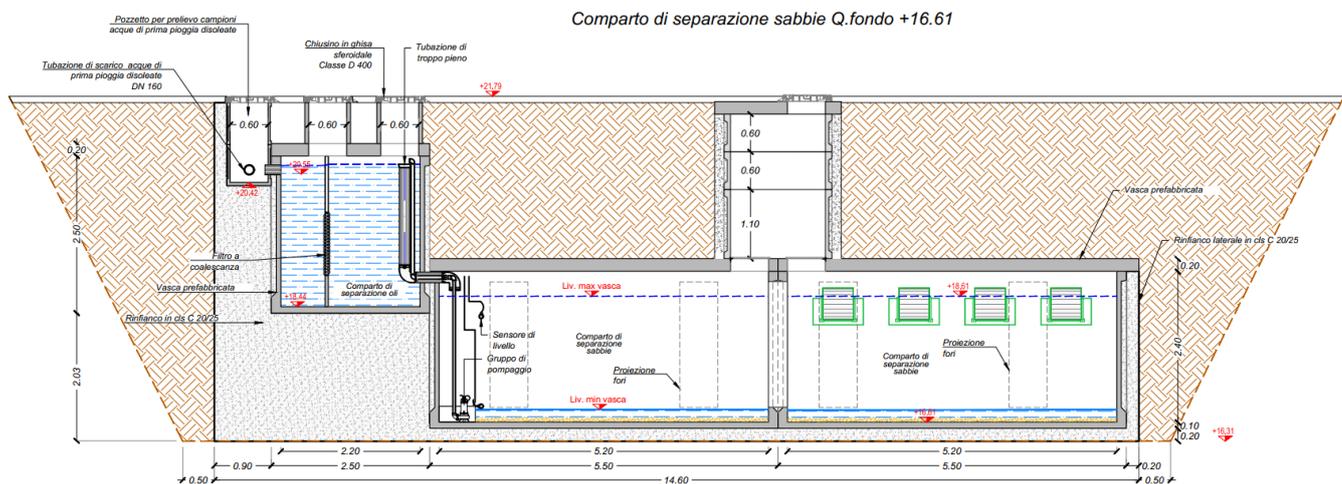


Figura 8-14 - Pianta e sezione longitudinale della Vasca di prima pioggia Triggiano

Nel pozzetto di ingresso alla vasca di prima pioggia la portata di piena proviene da due condotte rispettivamente del $D_e = 800$ mm (con quota di fondo 19,10 m s.m.m.) e $D_e = 1000$ mm (con quota di fondo 18,68 m s.m.m.) con le seguenti caratteristiche idrauliche:

Condotta PeaD $D_e = 800$ mm, $D_i = 682$ mm

- $Q_{entrante} = 682$ l/s,
- Velocità $V = 2,75$ m/s,
- Tirante $h = 0,44$ m,
- Velocità cinetica = 0,39 m,
- Carico idraulico $H = 0,83$ m.

Condotta PeaD $D_e = 1200$ mm, $D_i = 852$ mm

- $Q_{entrante} = 846$ l/s,
- Velocità $V = 2,59$ m/s,
- Tirante $h = 0,48$ m,
- Velocità cinetica = 0,32 m,
- Carico idraulico $H = 0,76$ m.

Per descrivere brevemente il funzionamento dell'opera, si parte dalla condizione di vasche vuote; durante il riempimento, il tirante d'acqua aumenta fino a raggiungere il livello prefissato di 1,75 m rispetto al fondo ed il volume di 80 m³ allorquando le vasche, unite tra di loro, si ritengono piene (con le acque di prima pioggia); in tale condizione le due valvole a galleggiante in ingresso si chiudono impedendo l'accesso di altra acqua piovana (acqua di seconda pioggia) che – nella camera di ingresso - vengono deviate lungo il by-pass costituito dalla tubazione in PeaD $D_e = 1200$, $D_i = 1024$ con quota di fondo all'imbocco di 18,90 m s.m.m.. In altre parole, a vasca piena e con le valvole a galleggiante chiuse nel pozzetto di arrivo, se continua a piovere, nella citata vasca non arriva più acqua (di seconda pioggia).

Dopo la fase di sedimentazione si attiva una delle due elettropompe che dovrà svuotare la vasca in 48 ore per inviarla al successivo comparto di sedimentazione oli.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	76 DI 125

La portata di ogni elettropompa sarà pari a $0,46 \text{ l/sec} = 2,76 \text{ l/min}$. Esse funzioneranno una alternativamente all'altra. La potenza P di ogni elettropompa, considerando un rendimento $\eta = 0,7$ ed una prevalenza di 4 metri sarà pari a circa 26 W.

Come detto in precedenza, quando l'accesso in vasca è inibito per la chiusura dei galleggianti, si attiva il by-pass costituito da una tubazione in PeaD De = 1200, Di = 1024. Le caratteristiche idrauliche nella sezione iniziale del by-pass sono le seguenti:

- $Q_{entrante} = 1528 \text{ l/s}$ (in condizioni di stato critico),
- Velocità $V_c = 2,51 \text{ m/s}$,
- Tirante $h_c = 0,71 \text{ m}$,
- Velocità cinetica = $0,32 \text{ m}$,
- Carico idraulico $H_c = 1,03 \text{ m}$.

Avendo posto il fondo della tubazione in by-pass a quota 18,70 m s.m.m. il carico di imbocco è pari a 19,73 m s.m.m. di poco superiore all'estradosso (a quota di 19,78 m s.m.m.) della condotta di arrivo Di=800 che, quindi, avrà un franco minimo di soli 5 cm, mediamente una volta ogni 25 anni.

Nella sezione terminale del by-pass, con pendenza pari a 0,005 m/m, le caratteristiche idrauliche sono le seguenti:

- $Q_{uscite} = 1528 \text{ l/s}$ (in condizioni di moto uniforme),
- Velocità $V_u = 3,03 \text{ m/s}$,
- Tirante $h_u = 0,60 \text{ m}$,
- Velocità cinetica = $0,47 \text{ m}$,
- Carico idraulico $H_u = 1,07 \text{ m}$.

Nel pozzetto terminale della vasca di prima pioggia la condotta by-pass arriva con quota di fondo 18,67 m s.m.m. (=18,70-0,03) avendo impostato una pendenza $i=0,005$ e con carico idraulico in quota assoluta pari a 19,74 m s.m.m.. La condotta in uscita dal pozzetto terminale avrà quota di fondo di 18,65 m s.m.m. per consentire in sicurezza l'imbocco della portata verso la vasca di laminazione.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI											
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante:							TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl												
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO						
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	77 DI 125						

SCALA DI DEFLUSSO - SEZIONE IN PeaD De 1200, Di 1024																
Diametro (m)		1,024		FORMULA		2		1) K de Strickler 2) n de Manning 3) G de Bazin 4) m de Kutter 5) C de Hazen		0,0100						
Altezza iniziale ho (m)		0,500														
Altezza finale hf (m)		0,750														
Incremento dh (m)		0,0100														
Pendenza i (m/m)		0,0050														
h	h/D	Teta	Area	Ci	Ri	Li	Qu	Vu	Vu ² /2g	1,5*Vu ² /2g	Hu	Qc	Vc	Vc ² /2g	1,5*Vc ² /2g	Hc
(m)	-	(rad)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)
0,510	0,498	3,1338	0,4097	1,6045	0,2554	1,024	1,166	2,846	0,413	0,619	0,923	0,812	1,981	0,200	0,300	0,710
0,520	0,508	3,1728	0,4200	1,6245	0,2585	1,024	1,205	2,870	0,420	0,630	0,940	0,842	2,006	0,205	0,308	0,725
0,530	0,518	3,2119	0,4302	1,6445	0,2616	1,023	1,244	2,892	0,426	0,640	0,956	0,874	2,031	0,210	0,315	0,740
0,540	0,527	3,2510	0,4404	1,6645	0,2646	1,022	1,284	2,914	0,433	0,649	0,973	0,905	2,056	0,215	0,323	0,755
0,550	0,537	3,2902	0,4507	1,6846	0,2675	1,021	1,323	2,936	0,439	0,659	0,989	0,938	2,081	0,221	0,331	0,771
0,560	0,547	3,3294	0,4609	1,7046	0,2704	1,019	1,363	2,956	0,445	0,668	1,005	0,970	2,106	0,226	0,339	0,786
0,570	0,557	3,3686	0,4710	1,7247	0,2731	1,017	1,402	2,977	0,452	0,677	1,022	1,004	2,131	0,231	0,347	0,801
0,580	0,566	3,4080	0,4812	1,7449	0,2758	1,015	1,442	2,996	0,457	0,686	1,037	1,038	2,157	0,237	0,356	0,817
0,590	0,576	3,4475	0,4913	1,7651	0,2784	1,012	1,481	3,015	0,463	0,695	1,053	1,072	2,182	0,243	0,364	0,833
0,600	0,586	3,4871	0,5014	1,7854	0,2809	1,009	1,521	3,033	0,469	0,703	1,069	1,107	2,208	0,249	0,373	0,849
0,610	0,596	3,5268	0,5115	1,8057	0,2833	1,005	1,560	3,050	0,474	0,711	1,084	1,143	2,234	0,254	0,382	0,864
0,620	0,605	3,5667	0,5215	1,8261	0,2856	1,001	1,599	3,067	0,479	0,719	1,099	1,179	2,261	0,261	0,391	0,881
0,630	0,615	3,6067	0,5315	1,8466	0,2878	0,996	1,638	3,083	0,484	0,726	1,114	1,216	2,288	0,267	0,400	0,897
0,640	0,625	3,6470	0,5415	1,8672	0,2900	0,991	1,677	3,098	0,489	0,734	1,129	1,253	2,315	0,273	0,410	0,913
0,650	0,635	3,6874	0,5514	1,8880	0,2920	0,986	1,716	3,113	0,494	0,741	1,144	1,291	2,342	0,280	0,419	0,930
0,660	0,645	3,7281	0,5612	1,9088	0,2940	0,980	1,755	3,126	0,498	0,747	1,158	1,330	2,370	0,286	0,429	0,946
0,670	0,654	3,7690	0,5710	1,9297	0,2959	0,974	1,793	3,140	0,502	0,754	1,172	1,369	2,398	0,293	0,440	0,963
0,680	0,664	3,8102	0,5807	1,9508	0,2977	0,967	1,830	3,152	0,506	0,760	1,186	1,409	2,427	0,300	0,450	0,980
0,690	0,674	3,8517	0,5903	1,9721	0,2993	0,960	1,868	3,164	0,510	0,765	1,200	1,450	2,456	0,307	0,461	0,997
0,700	0,684	3,8936	0,5999	1,9935	0,3009	0,952	1,905	3,175	0,514	0,771	1,214	1,491	2,486	0,315	0,472	1,015
0,710	0,693	3,9357	0,6094	2,0151	0,3024	0,944	1,941	3,186	0,517	0,776	1,227	1,533	2,516	0,323	0,484	1,033
0,720	0,703	3,9783	0,6188	2,0369	0,3038	0,936	1,977	3,195	0,520	0,781	1,240	1,576	2,547	0,331	0,496	1,051
0,730	0,713	4,0212	0,6281	2,0589	0,3051	0,927	2,013	3,204	0,523	0,785	1,253	1,620	2,579	0,339	0,508	1,069
0,740	0,723	4,0646	0,6373	2,0811	0,3062	0,917	2,047	3,213	0,526	0,789	1,266	1,664	2,611	0,348	0,521	1,088
0,750	0,732	4,1085	0,6464	2,1036	0,3073	0,907	2,081	3,220	0,528	0,793	1,278	1,710	2,645	0,356	0,535	1,106

Tabella 8-26

Le caratteristiche idrauliche della condotta in by-pass sono riportate nella Tabella 8-26, in rosso/blu nella sezione iniziale ed in nero/blu nella sezione terminale.

Le caratteristiche della vasca di prima pioggia e della vasca "Monte" sono riportate nella Tabella 8-27.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni						
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	78 DI 125

TRIGGIANO - VASCA PRIMA PIOGGIA MONTE	
Area servita	Piazzale STAZIONE
Quota p.c. [m s.m.m.]	21,79
Volume utile [mc]	80
Portata in arrivo [l/s]	1528,00
Tirante in vasca [m]	1,75
Quota fondo condotta De 1000 in arrivo [m s.m.m.]	18,68
Quota fondo condotta De 800 in arrivo [m s.m.m.]	19,10
Quota fondo vasca di prima pioggia [m s.m.m.]	16,61
Dimensioni interne di ogni modulo	5,20 (lunghezza)
	2,20 (larghezza)
	2,40 (altezza)
Portata in uscita sollevata in 48 ore [l/s]	0,46
Portata in by-pass (seconda pioggia) [l/s]	1528,00
Quote fondo condotta De 1200 in by-pass [m s.m.m.]	da 18,70 a 18,67
Quota fondo condotta De 1200 in uscita [m s.m.m.]	18,65
Potenza della pompa di sollevamento [W]	26

Tabella 8-27 - Caratteristiche della vasca di prima pioggia a servizio del piazzale carrabile della stazione Triggiano.

8.3.1.2 Vasca di laminazione Triggiano

Per quanto riguarda la vasca di laminazione, considerando 40 l/s Ha di superficie drenata, come previsto dal principio dell'invarianza idraulica, si è calcolata la massima portata defluente dalla vasca, pari a 64 l/s (=1,60*40). Nella vasca di laminazione Triggiano, a favore di sicurezza, si adatteranno due elettropompe uguali di 64 l/s ciascuna, una di riserva all'altra in modo tale da avere una riserva del 100%.

La condotta di mandata deve avere dimensioni tali da evitare velocità elevate per limitare gli effetti erosivi a lungo termine a favore della durabilità della tubazione stessa. A tale scopo si è scelto di porre in opera una tubazione in acciaio nero bitumato DN 250mm, con la quale si ottiene una velocità pari a 1,30 m/s.

Le manovre che inducono sollecitazioni più gravose nelle condotte a valle di un impianto di sollevamento sono l'attacco e l'arresto improvviso delle pompe che danno luogo alla formazione di sovrappressioni e depressioni che si propagano per tutta la condotta. L'entità di tale fenomeno dipende dalla lunghezza della tubazione, dal tipo di materiale con cui è realizzata, dalla velocità del fluido all'interno della tubazione (quindi dal diametro e dalla portata), ecc.

Per limitare le eventuali sovrappressioni un metodo normalmente adottato negli impianti di sollevamento è rappresentato dall'inserimento di casse d'aria immediatamente a valle dell'impianto di sollevamento. Data la lunghezza della mandata del caso in analisi va dunque previsto l'utilizzo di una cassa d'aria adeguatamente dimensionata.

La prevalenza dell'impianto ΔH calcolata come: $\Delta H = \Delta H_{geo} + \Delta H_f$

- ΔH_{geo} rappresenta il dislivello geodetico,
- ΔH_f rappresenta le perdite di carico continue e localizzate.

Nel caso in esame il dislivello geodetico è assunto, in sicurezza, pari alla distanza tra il livello minimo in camera pompe in vasca Triggiano pari a 15,5 m s.m.m. (assunto anche come il fondo vasca) e la quota di restituzione (22,00 m s.m.m.), ossia 6,50 m (=22,00-15,50). Si precisa che, assunto il fondo vasca pari a 15,50 m s.m.m., le elettropompe saranno installate in un pozzetto, **di volume assolutamente trascurabile, posto al di sotto di tale quota per far sì che siano sempre sotto battente**. Il livello geodetico sarà calcolato sempre dal fondo vasca.

Le perdite di carico continue sono calcolate utilizzando la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_{fc} = J \cdot L = \left(\frac{\lambda \cdot v^2}{2gD} \right) \cdot L$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 79 DI 125

con:

- L = lunghezza totale della tubazione pari a circa 190 m,
- λ = la scabrezza secondo Colebrook,
- v = velocità in condotta,
- D = diametro della tubazione.

Assunta una scabrezza assoluta pari a 0,8 mm, valore tipico di una condotta in servizio con incrostazioni e depositi, si ottiene un valore di λ pari a 0,0270 ed un valore di J pari a 0,0094 m/m.

Considerata pertanto una lunghezza della tubazione pari a 190 m il valore delle perdite di carico continue applicando la relazione precedente è $\Delta H_{fc} = 1,79$ metri.

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

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

Con:

k = coefficiente numerico (vedi tabella seguente)

v = velocità nella condotta pari a 1,30 m/s

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

Tabella 8-28 – Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K.

Assunta per la pompa più svantaggiata la presenza di otto curve a gomito, una valvola a saracinesca, un giunto a T ed una valvola di controllo il coefficiente K complessivo è pari a 8,55 e di conseguenza $\Delta H_{fl} = 0,74$ metri.

Le perdite di carico continue e localizzate complessive ΔH_f ammontano pertanto a circa 6.66 m ($1,79+0,74=2,53$), pertanto la prevalenza totale dovrà essere dell'ordine dei 9 m circa ($\approx 6,50+1,79+0,74=9,03$).

La stima del volume da assegnare alle vasche di laminazione si effettua con riferimento ad eventi meteorici associati ad un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume utile di accumulo all'interno della vasca viene calcolato considerando la differenza di quota tra il livello di attacco delle pompe e la quota di fondo della condotta in ingresso più bassa.

Si definisce così il *Volume utile di invaso*. In questa condizione il deflusso all'interno delle condotte in arrivo alla vasca avviene a gravità.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma, V_e , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 25 anni, di seguito riportate

- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.227}$ per $t < 60$ minuti
- $h = a t_p^n = 51.03 * t^{0.193}$ per $t > 60$ minuti

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione DV con riferimento ad un bacino scolante con superficie S , è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia, t_p (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_e = a * t_p^n * \varphi * S \quad (1)$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 80 DI 125

$$V_u = Q_{pompa} * t_p^n \quad (2)$$

$$DV = V_e(t_p) - V_u(t_p) \quad (3)$$

valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Con questi dati si determina un volume utile di invaso pari a circa 590 m^3 (cfr. Tabella 8-29) ottenuto con una vasca di dimensioni utili interne di $22,00*10,00*2,70$ metri (volume acqua $22,00*10,00*2,70$).

Nella Figura 8-15, è mostrato l'andamento dei volumi da immagazzinare nella vasca di laminazione, in funzione dei tempi di pioggia in accordo alle equazioni (1) linea verde, (2) linea blu e (3) linea rossa.

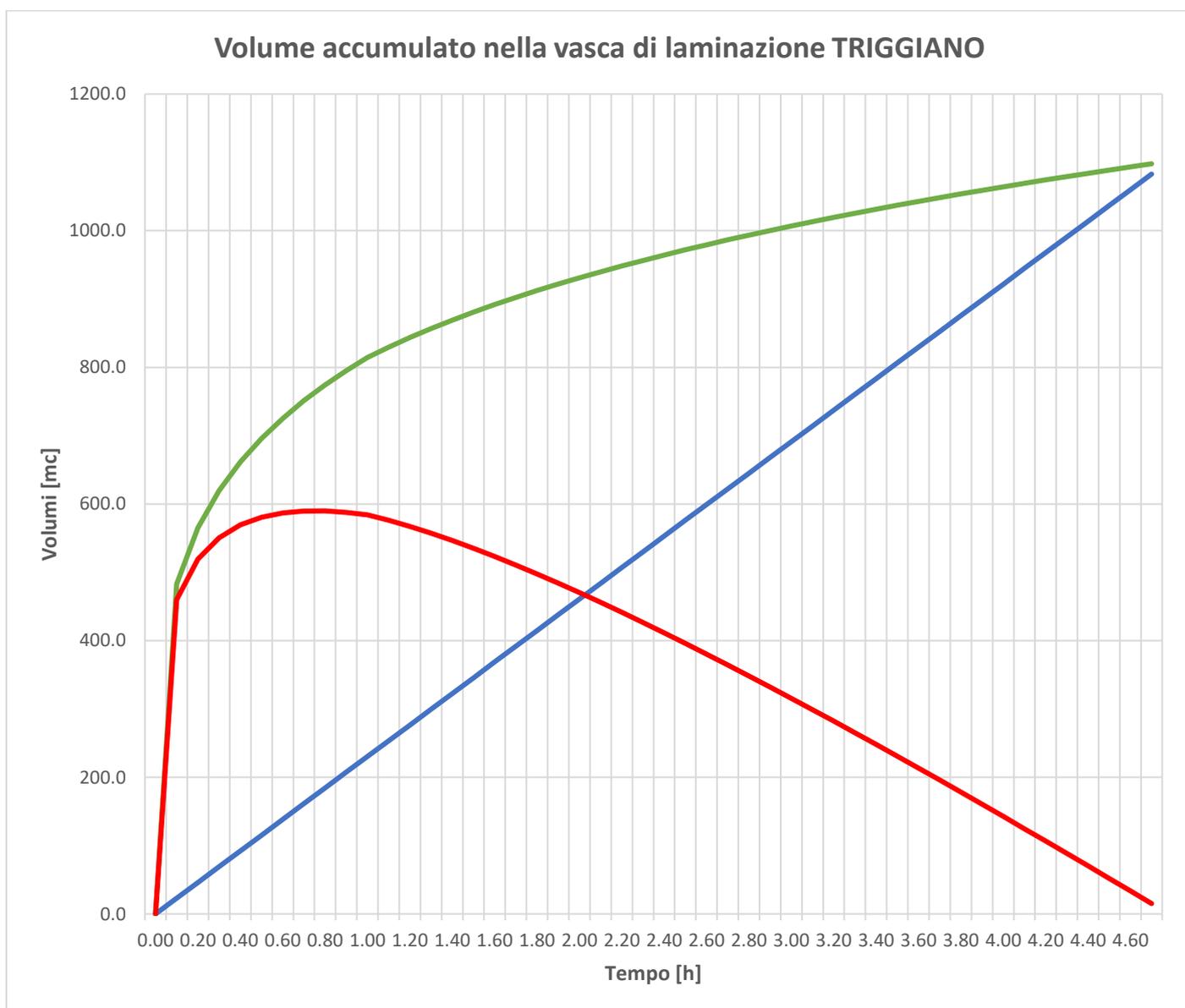


Figura 8-15 - Andamento del volume teorico accumulato nella vasca di laminazione per un tempo di ritorno di 25 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 81 DI 125

t [ore]	Volume in entrata [mc]	t [ore]	Volume in uscita [mc]	t [ore]	Volume accumulato [mc]
0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
0,10	482,9	0,10	23,0	0,10	459,9
0,20	565,2	0,20	46,1	0,20	519,1
0,30	619,7	0,30	69,1	0,30	550,6
0,40	661,5	0,40	92,2	0,40	569,3
0,50	695,9	0,50	115,2	0,50	580,7
0,60	725,3	0,60	138,2	0,60	587,0
0,70	751,1	0,70	161,3	0,70	589,8
0,80	774,2	0,80	184,3	0,80	589,9
0,90	795,2	0,90	207,4	0,90	587,8
1,00	814,4	1,00	230,4	1,00	584,0
1,10	829,6	1,10	253,4	1,10	576,1
1,20	843,6	1,20	276,5	1,20	567,1
1,30	856,7	1,30	299,5	1,30	557,2
1,40	869,1	1,40	322,6	1,40	546,5
1,50	880,7	1,50	345,6	1,50	535,1
1,60	891,8	1,60	368,6	1,60	523,1
1,70	902,3	1,70	391,7	1,70	510,6
1,80	912,3	1,80	414,7	1,80	497,6
1,90	921,8	1,90	437,8	1,90	484,1
2,00	931,0	2,00	460,8	2,00	470,2
2,10	939,8	2,10	483,8	2,10	456,0
2,20	948,3	2,20	506,9	2,20	441,4
2,30	956,5	2,30	529,9	2,30	426,6
2,40	964,4	2,40	553,0	2,40	411,4
2,50	972,0	2,50	576,0	2,50	396,0
2,60	979,4	2,60	599,0	2,60	380,3
2,70	986,5	2,70	622,1	2,70	364,5
2,80	993,5	2,80	645,1	2,80	348,4
2,90	1000,2	2,90	668,2	2,90	332,1
3,00	1006,8	3,00	691,2	3,00	315,6
3,10	1013,2	3,10	714,2	3,10	299,0
3,20	1019,4	3,20	737,3	3,20	282,1
3,30	1025,5	3,30	760,3	3,30	265,2
3,40	1031,4	3,40	783,4	3,40	248,1
3,50	1037,2	3,50	806,4	3,50	230,8
3,60	1042,9	3,60	829,4	3,60	213,4
3,70	1048,4	3,70	852,5	3,70	195,9
3,80	1053,8	3,80	875,5	3,80	178,3
3,90	1059,1	3,90	898,6	3,90	160,5
4,00	1064,3	4,00	921,6	4,00	142,7
4,10	1069,4	4,10	944,6	4,10	124,7
4,20	1074,3	4,20	967,7	4,20	106,7
4,30	1079,2	4,30	990,7	4,30	88,5
4,40	1084,0	4,40	1013,8	4,40	70,3
4,50	1088,8	4,50	1036,8	4,50	52,0
4,60	1093,4	4,60	1059,8	4,60	33,5
4,70	1097,9	4,70	1082,9	4,70	15,0

Tabella 8-29

Le caratteristiche della vasca di laminazione sono riportate nella *Tabella 8-30*. Il recapito della vasca è costituito dal fosso di guardia posizionato a valle della linea ferroviaria.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 82 DI 125

TRIGGIANO - VASCA		
Area servita	Piazzale stazione	
Sollevamento	Si	
Cassa d'aria	Si	
Portata in uscita [l/s]	64	
Quota p.c. [m s.m.m.]	22	
Quota fondo condotte in arrivo [m s.m.m.]	PEAD De 1200 (18,60)	
Quota fondo vasca [m s.m.m.]	15,90	
Pianta vasca	L [m]	22,00
	B [m]	10,00
Tirante vasca [m]	2,70	
Altezza vasca [m]	5,10	
Volume laminato [mc]	590	

Tabella 8-30 – Caratteristiche della vasca di laminazione a servizio del piazzale carrabile della stazione Triggiano.

Per evitare di scaricare in pressione nel fosso si prevede una vasca di calma da interporre tra lo sbocco della mandata ed il recapito (Figura 8-11). Il manufatto, da realizzarsi in cls, è costituito da due camere, la vasca di calma vera e propria ed una vasca di "captazione", suddivise da un setto sulla sommità del quale è posta la soglia sfiorante. Il fondo della vasca di calma ed il setto sono da proteggere contro l'azione erosiva del getto in pressione mediante una lamiera metallica. Lo sfioro posto in alto consente l'instaurarsi di un cuscinetto d'acqua che smorza la potenza del getto della mandata, mitigandone l'effetto erosivo. Il collegamento tra vasca di captazione e recapito è realizzato mediante una condotta DN500 in calcestruzzo.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 83 DI 125

8.4 Drenaggio stradale sulle viabilità in progetto connesse alle stazioni

Nella *Tabella 8-31* si riassumono i tipi di drenaggio di piattaforma stradale disposti sulle viabilità in progetto che si raccordano ai piazzali carrabili delle stazioni.

Viabilità	Drenaggio di piattaforma	Recapito
NV03	Caditoie grigliate e caditoie con griglia e bocca di lupo	Vasca monte Stazione Executive e Fognatura via Cavalieri
NV08	Parte Sud: embrici e fosso di guardia disperdente Parte Nord: cunetta alla francese e caditoie grigliate	Fosso di guardia disperdente Vasca Stazione Triggiano

Tabella 8-31 – Estratto della tabella relativa al drenaggio di piattaforma stradale sulle viabilità in progetto.

8.5 Elenco degli elaborati correlati al drenaggio di piattaforma dei piazzali delle stazioni

Gli elaborati relativi al drenaggio di piattaforma dei piazzali delle stazioni sono allegati al presente progetto con le seguenti codifiche:

Relazione idrologica	IA3S01EZZRIID0001001D
Planimetria Idraulica Drenaggio Stazioni/Piazzali - Fermata Campus	IA3S01EZZP8ID0202001D
Planimetria Idraulica Drenaggio Stazioni/Piazzali - Stazione Executive - tavola 1 di 2	IA3S01EZZP8ID0302001D
Planimetria Idraulica Drenaggio Stazioni/Piazzali - Stazione Executive - tavola 2 di 2	IA3S01EZZP8ID0302002D
Planimetria Idraulica Drenaggio Stazioni/Piazzali - Stazione Triggiano	IA3S01EZZP8ID0402001D
Tipologico drenaggio piazzale stazione	IA3S01EZZBZID0002006D
Tipologico impianto di sollevamento	IA3S01EZZBZID0002007D
Tipologico sottovia	IA3S01EZZBZID0002008D
Vasca di prima pioggia Stazione Triggiano	IA3S01EZZBZID0002009D
Vasca di prima pioggia Stazione Executive	IA3S01EZZBZID0002013A
Sezioni di posa per spechi circolari in PEAD corrugati e spiralato	IA3S01EZZBCID0002001A
Sezioni di posa per spechi circolari prefabbricati in calcestruzzo	IA3S01EZZBCID0002002A

Nelle planimetrie è presente una tabella con le caratteristiche delle condotte disposte per ogni piazzale (*Tabella 8-32*) ed una legenda che indica i simboli dei singoli elementi del drenaggio di piattaforma (*Figura 8-16*).

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 84 DI 125

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	DN [mm]	Lunghezza [m]
-------------------	-----------------	---------	---------------

Tabella 8-32 – Caratteristiche delle condotte dei piazzali delle stazioni.

La codifica dei pozzetti è composta da 3 parti separate da spazi:

La prima parte identifica la stazione di appartenenza, "C" sta per Campus, "E" per Executive e "T" per Triggiano.

La seconda parte contraddistingue, per Campus, la vasca in cui scarica la rete, per Executive e per Triggiano, il piazzale, il marciapiede o la viabilità sotto cui si posizionano i pozzetti.

La terza parte è un numero progressivo.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 85 DI 125

LEGENDA	
	Pozzetti di testata in PEAD con chiusino grigliato
	Pozzetti di linea in PEAD con chiusino grigliato
	Pozzetti di salto o di confluenza in PEAD con chiusino grigliato
	Pozzetti in calcestruzzo
	Caditoie grigliate (interasse 15m)
	Caditoie a bocca di lupo (interasse 15m)
	Griglia
	Chiusino zincato da riempimento porta pavimentazione
	Collettore CLS DN500
	Collettore PEAD DN315
	Collettore PEAD DN400
	Collettore PEAD DN500
	Collettore PEAD DN630
	Collettore PEAD DN800
	Collettore PEAD DN1000
	Collettore PEAD DN1200
	Collettore PEAD SPIRALATO DN1360 S (diametro interno 1200mm)
	Collettore PEAD DN200
	Condotta di mandata impianti di sollevamento
	Cunetta alla francese
	Canaletta grigliata 30x30 cm di drenaggio e pulizia sottopassi e rampe
	Percorsi tattili per i non vedenti
	Codice pozzetto
	Quota terreno
	Progressiva pozzetto Vasca di recapito (Campus) - Piazzale/viabilità/marciapiede (Executive, Triggiano) Stazione
	Quota scorrimento tubazioni
	Direzione flusso

Figura 8-16 - Legenda delle tavole del drenaggio di piattaforma dei piazzali delle stazioni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	86 DI 125

9 APPENDICE 1: RISULTATI DELLE SIMULAZIONI: PROFILI E TABELLE

Le simulazioni sono state condotte ottimizzando il funzionamento delle vasche di laminazione e tarando i sistemi di pompaggio in modo tale da non superare mai i valori calcolati con il principio dell'invarianza idraulica.

9.1 Fermata Campus

9.1.1 Campus - Vasca NE

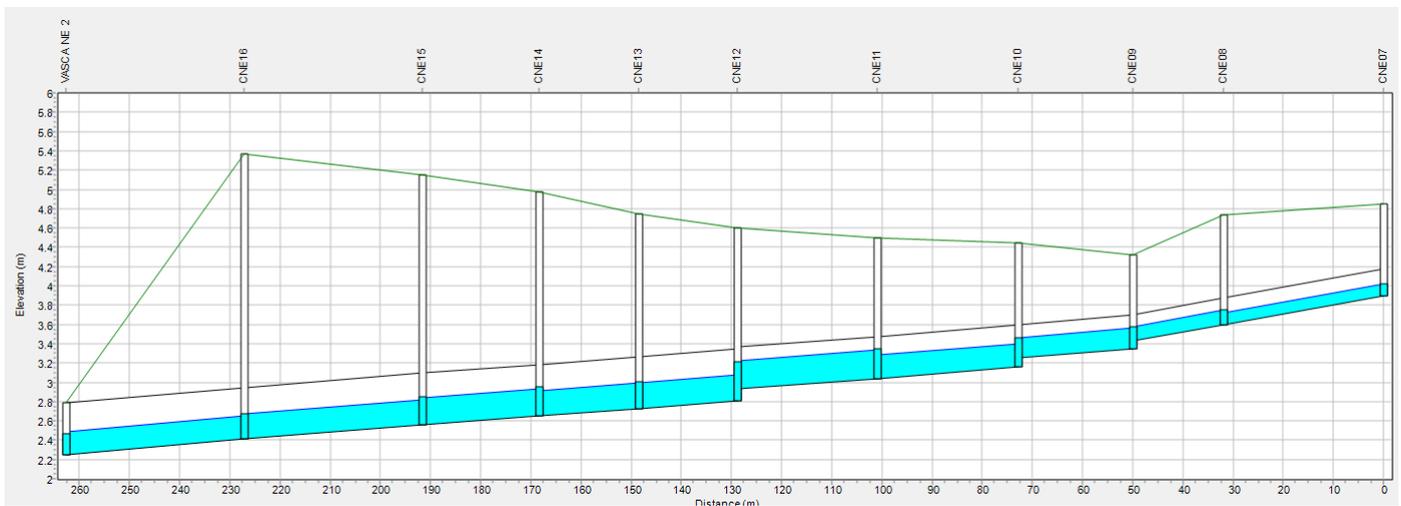


Figura 9-1 - Tratti CNE07, CNE08, CNE09, CNE10, CNE11, CNE12, CNE13, CNE14, CNE15, CNE16, VASCA NE.

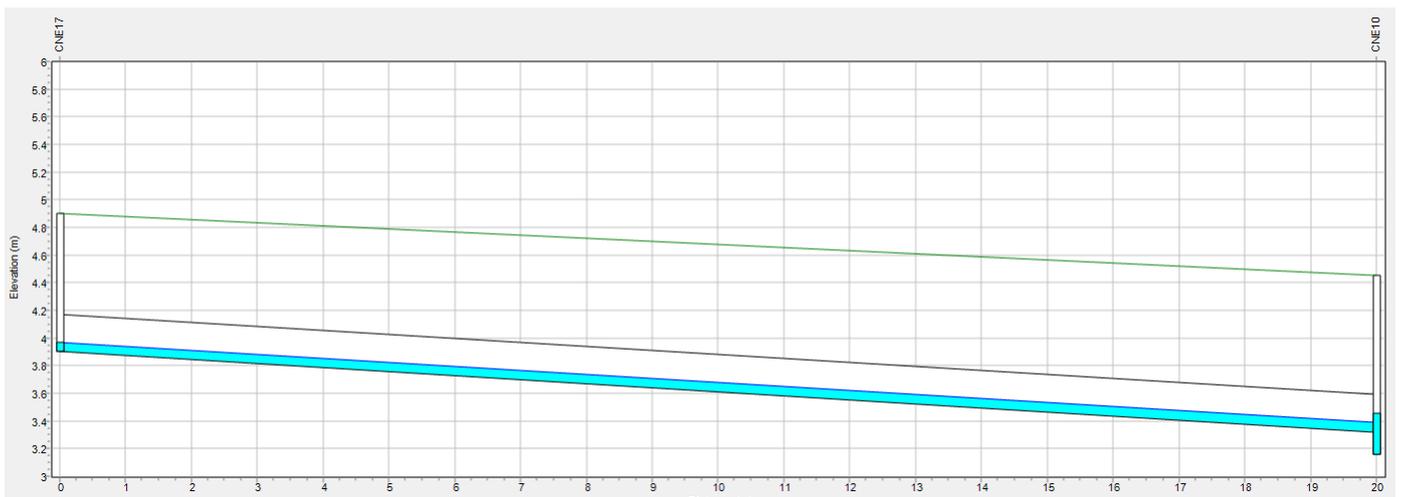


Figura 9-2 - Tratti CNE17, CNE10.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	87 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

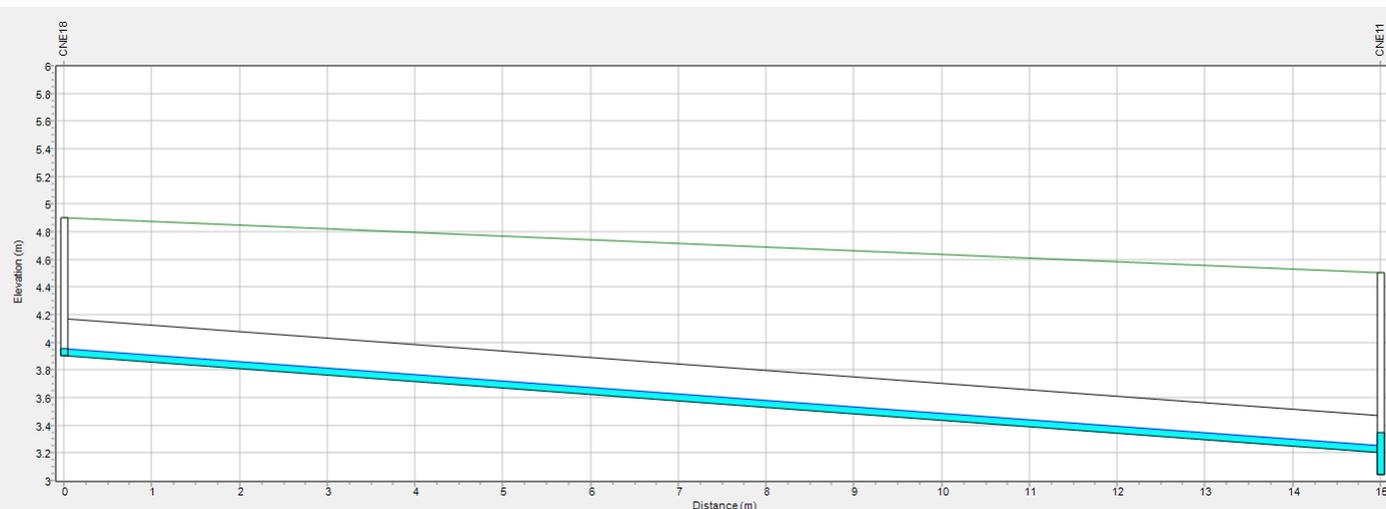


Figura 9-3 - Tratti CNE18, CNE11.

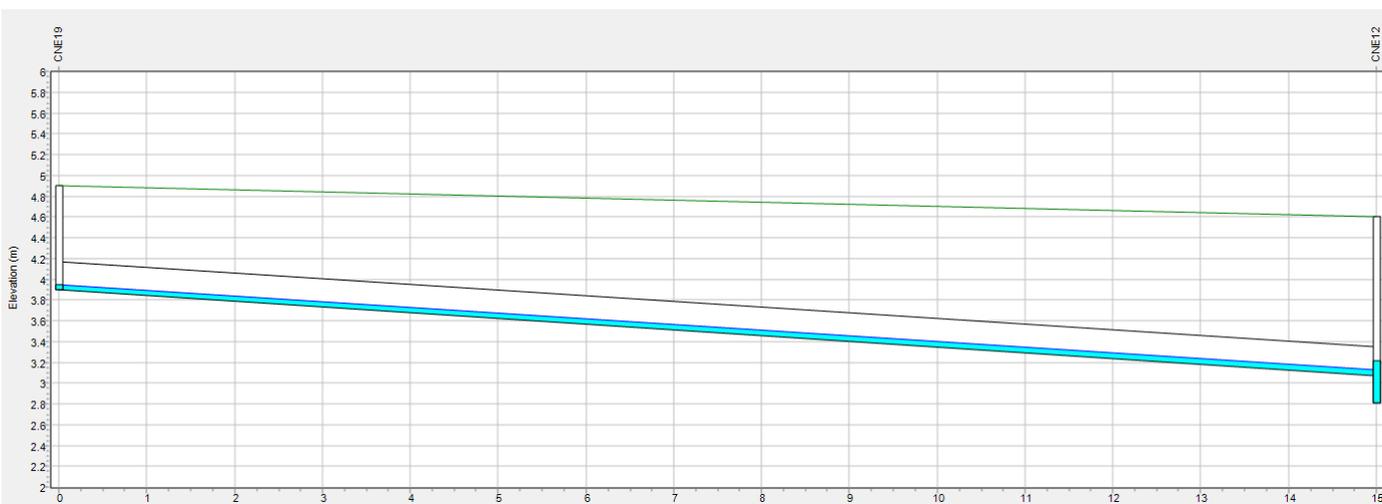


Figura 9-4 - Tratti CNE19, CNE12.

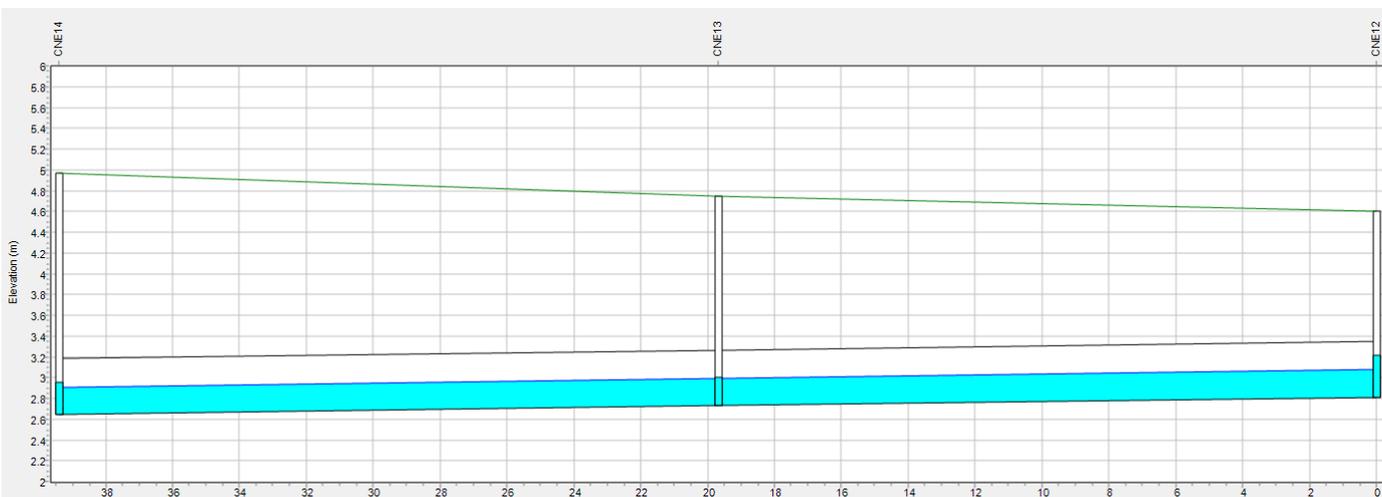


Figura 9-5 - Tratti CNE12, CNE13, CNE14.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	88 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

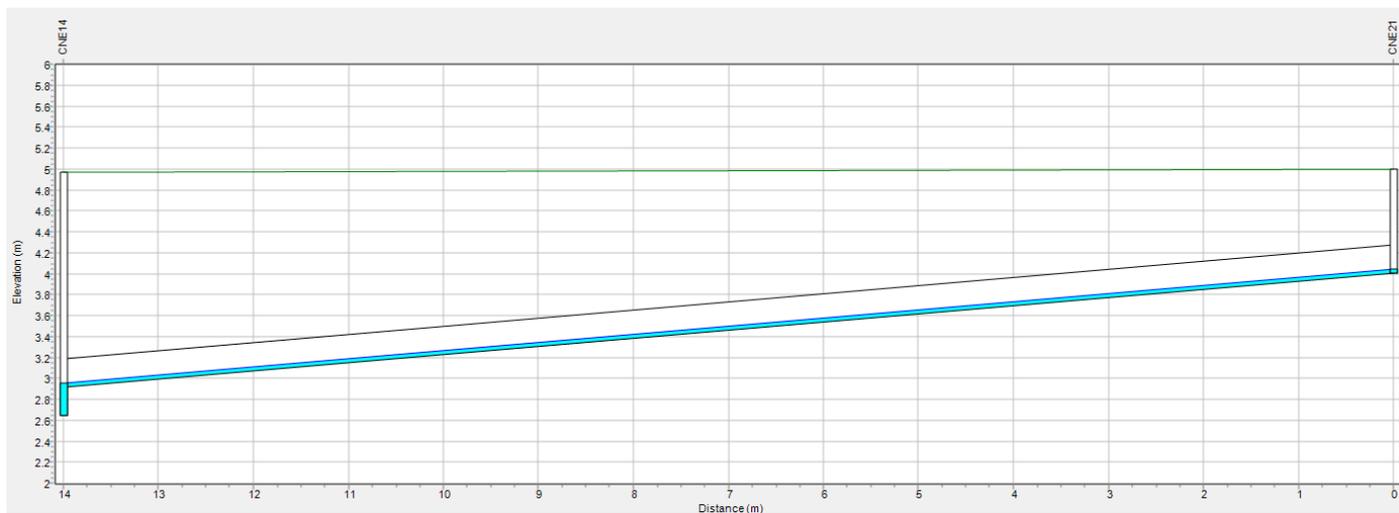


Figura 9-6 - Tratti CNE14, CNE21.

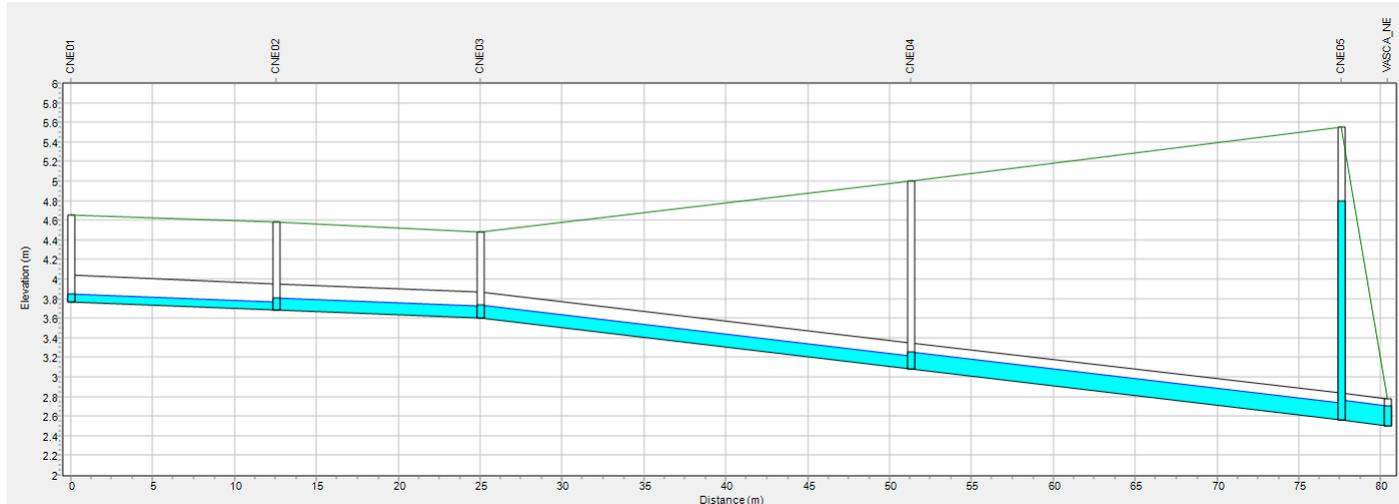


Figura 9-7 - Tratti CNE01, CNE02, CNE03, CNE04, CNE05, VASCA NE.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

PROGETTISTA:
 Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

RIASSETTO NODO DI BARI

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	89 DI 125

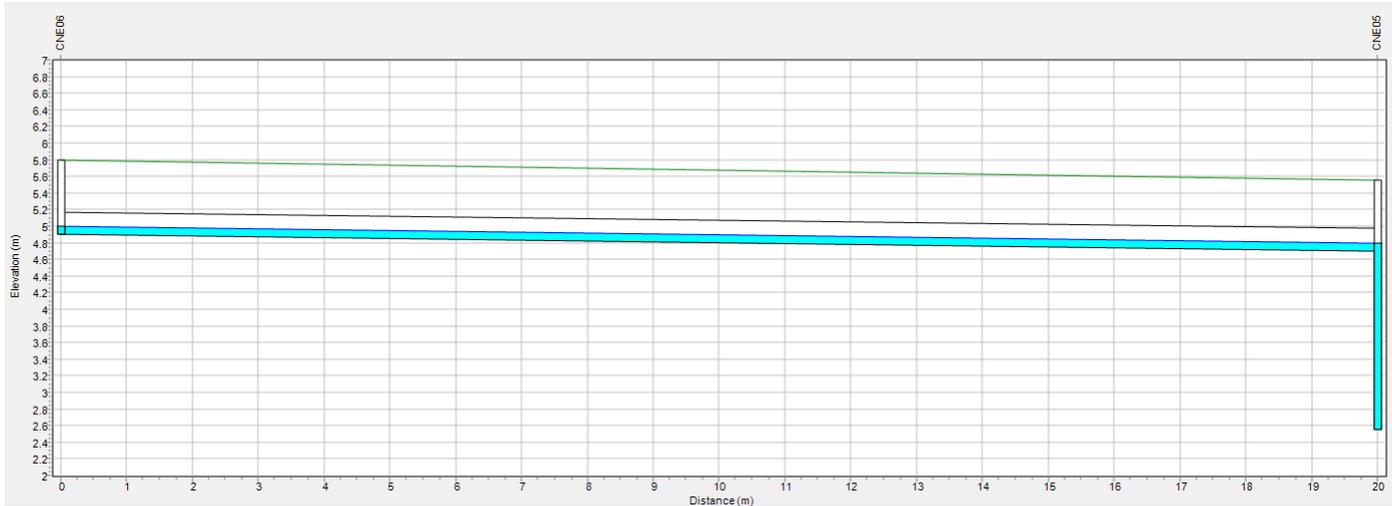


Figura 9-8 - Trattti CNE061, CNE05.

9.1.2 Campus - Vasca NO

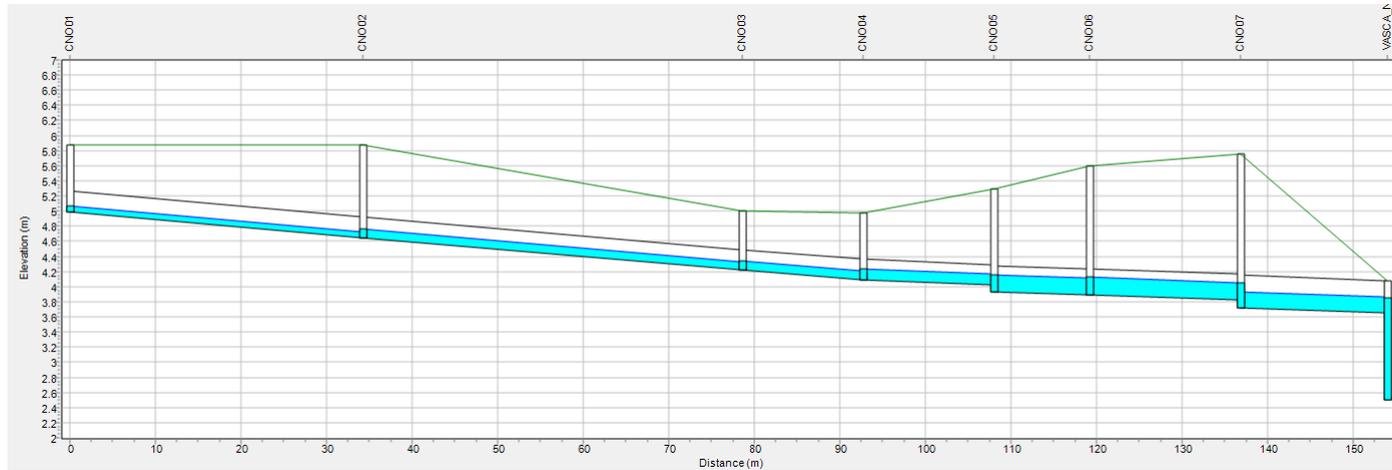


Figura 9-9 - Trattti CNO01, CNO02, CNO03, CNO04, CNO05, CNO06, CNO07, VASCA NO.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	90 DI 125

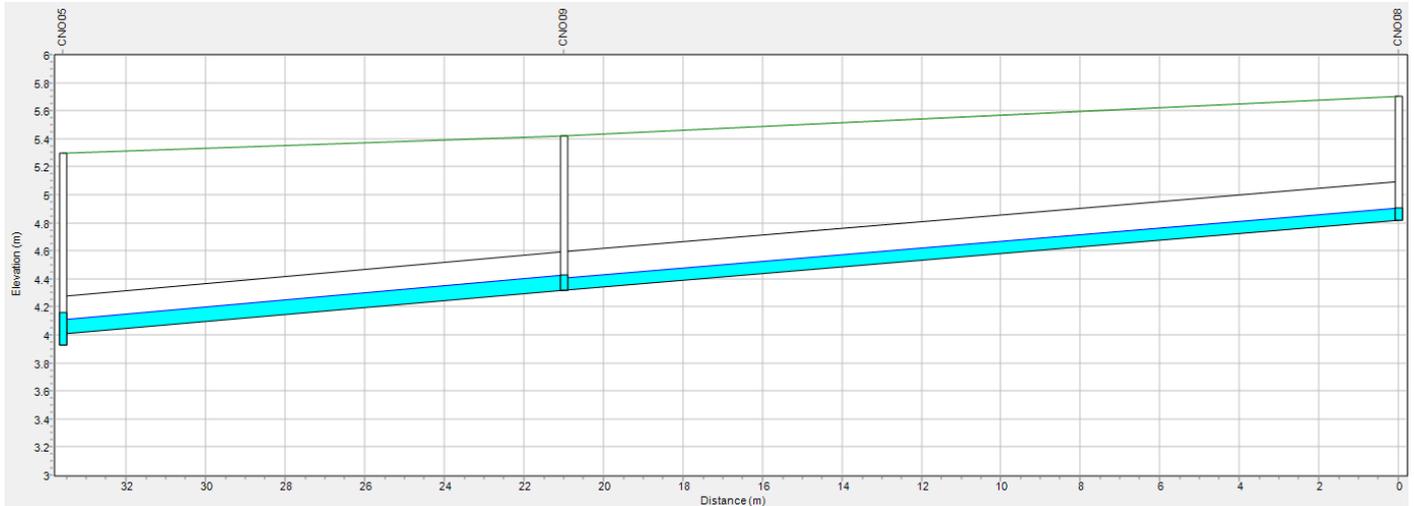


Figura 9-10 - Tratti CNO08, CNO09, CNO05.

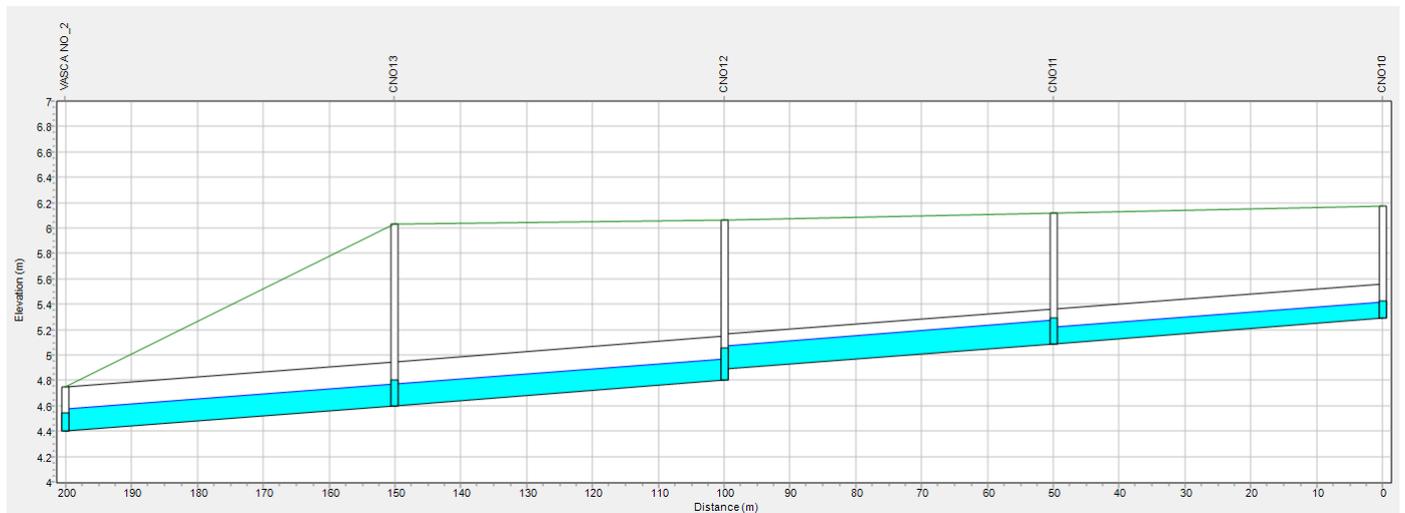


Figura 9-11 - Tratti CNO10, CNO11, CNO12, CNO13, VASCA NO.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 91 DI 125

9.1.3 Campus - Vasca SE

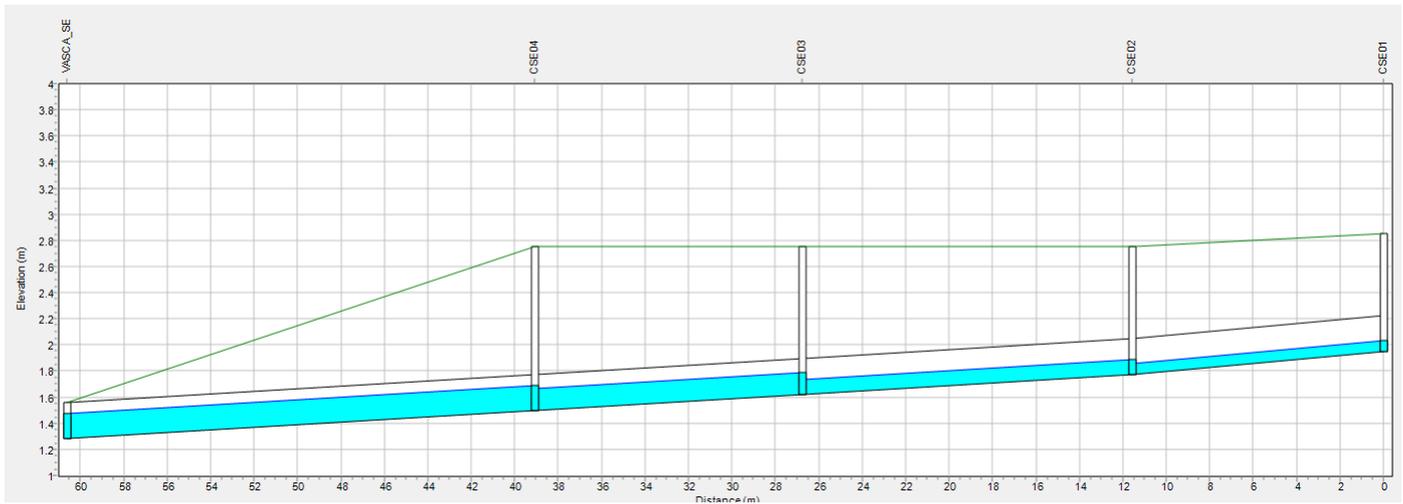


Figura 9-12 - Tratti CSE01, CSE02, CSE03, CSE04, VASCA SE.

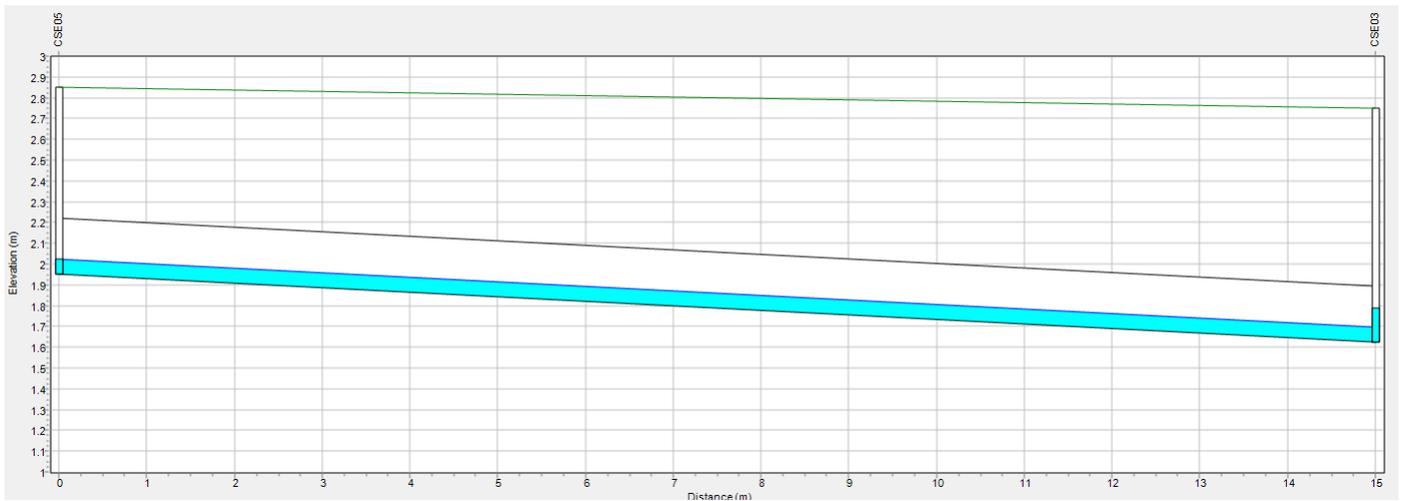


Figura 9-13 - Tratti CSE05, CSE03.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	92 DI 125

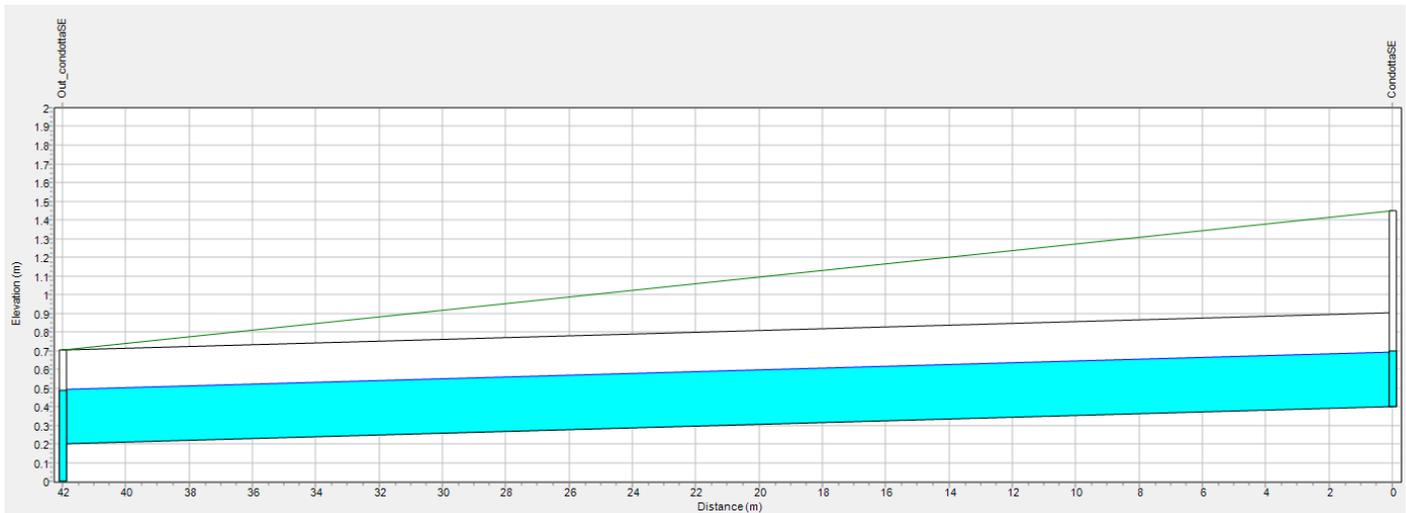


Figura 9-14 - Tratto Condotta SE – Out Condotta SE.

9.1.4 Campus - Vasca SO

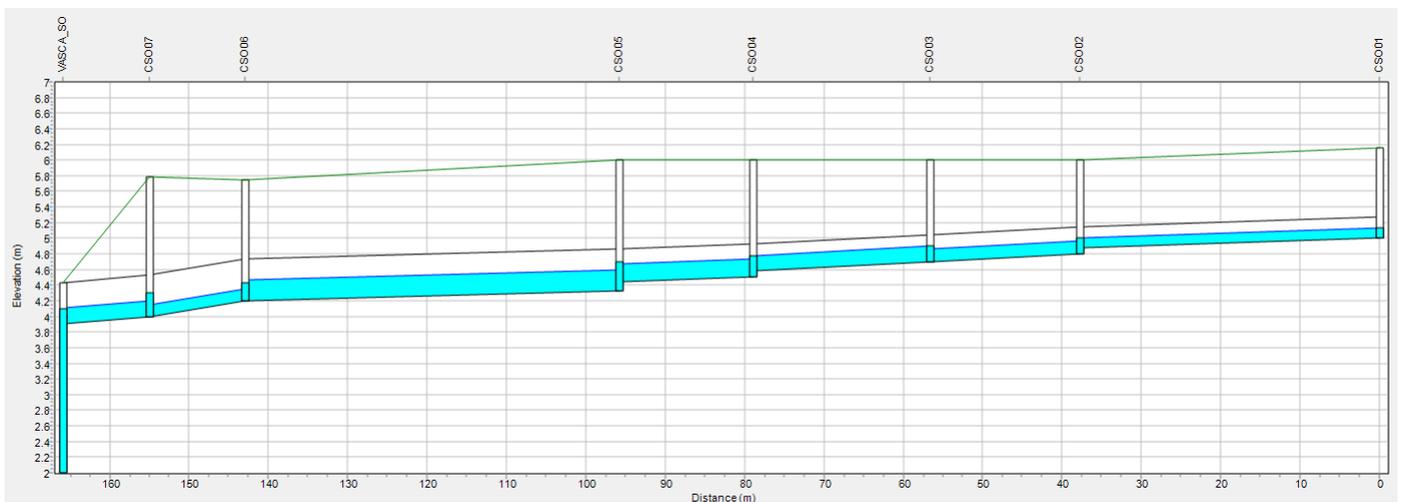


Figura 9-15 - Tratti CSO01, CSO02, CSO03, CSO04, CSO05, CSO06, CSO07, VASCA SO.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
 Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	93 DI 125

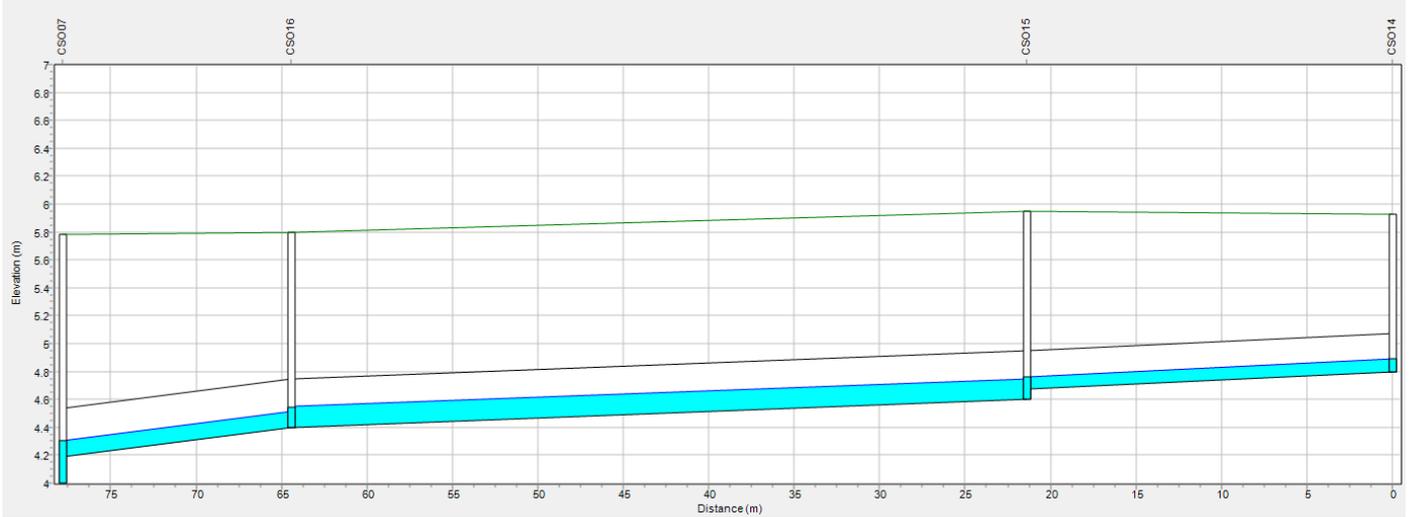


Figura 9-16 - Tratti CS014, CS015, CS016, CS007.

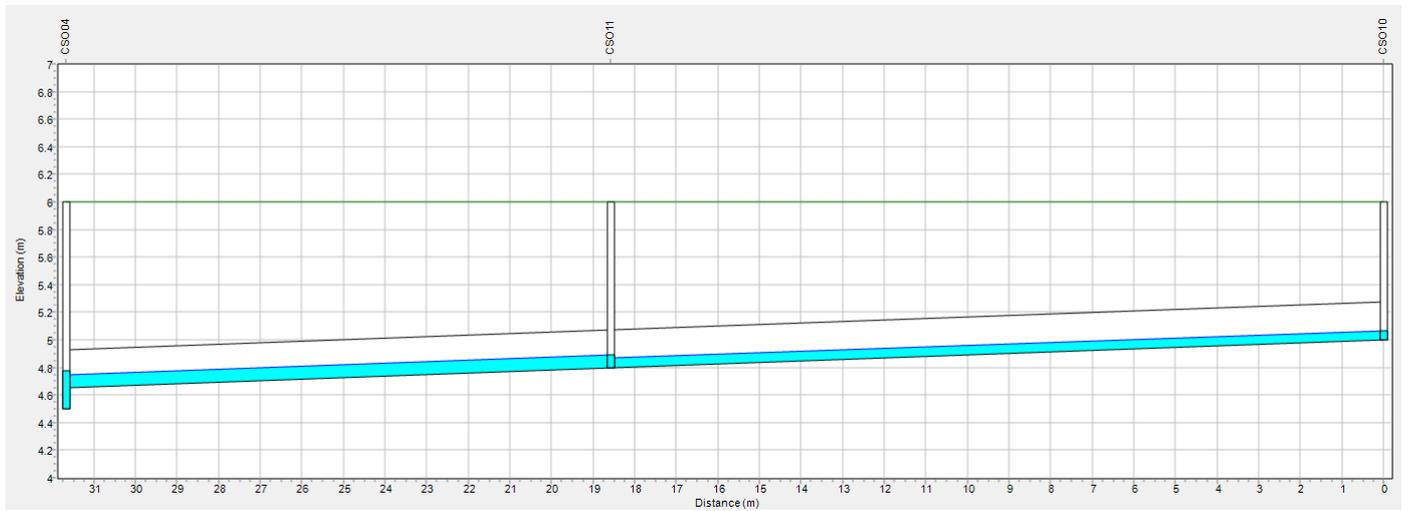


Figura 9-17 - Tratti CS010, CS011, CS004.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	94 DI 125

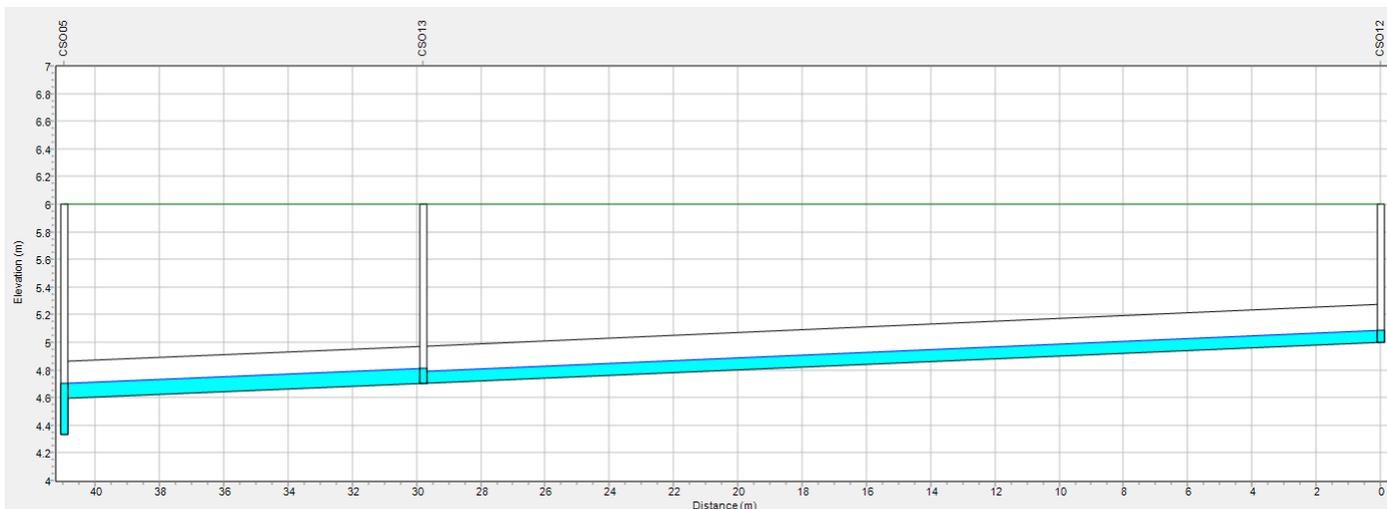


Figura 9-18 - Tratti CSO12, CSO13, CSO05.

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
CNE05	VASCA_NE_ OUT condotta	2,8	2,14	315	0,272	0,131	0,21	77,21	2,77
CNE01	CNE02	12,5	0,72	315	0,272	0,016	0,08	29,41	1,1
CNE02	CNE03	12,5	0,64	315	0,272	0,032	0,12	44,12	1,27
CNE03	CNE04	26,3	1,98	315	0,272	0,066	0,13	47,79	2,32
CNE04	CNE05	26,3	1,98	315	0,272	0,1	0,17	62,50	2,56
CNE06	CNE05	20	1	315	0,272	0,026	0,1	36,76	1,41
CNE07	CNE08	31,9	0,94	315	0,272	0,037	0,12	44,12	1,52
CNE08	CNE09	18	0,97	315	0,272	0,058	0,15	55,15	1,72
CNE09	CNE10	23	0,43	400	0,347	0,085	0,21	60,52	1,4
CNE10	CNE11	28	0,43	500	0,433	0,14	0,25	57,74	1,58
CNE11	CNE12	28	0,39	500	0,433	0,189	0,32	73,90	1,61
CNE12	CNE13	19,7	0,41	630	0,535	0,228	0,3	56,07	1,75
CNE13	CNE14	19,7	0,41	630	0,535	0,249	0,32	59,81	1,78
CNE14	CNE15	23,4	0,38	630	0,535	0,305	0,37	69,16	1,82
CNE15	CNE16	35,5	0,42	630	0,535	0,346	0,4	74,77	1,92
CNE16	VASCA NE 2	35,5	0,45	630	0,535	0,392	0,44	82,24	2
CNE17	CNE10	20	2,89	315	0,272	0,023	0,07	25,74	2
TABELLA TRATTI									

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI												
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante:													
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl													
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>ID0002 003</td> <td>C</td> <td>95 DI 125</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	95 DI 125
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	95 DI 125								

Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
CNE18	CNE11	15	4,66	315	0,272	0,017	0,05	18,38	2,17
CNE19	CNE12	15	5,51	315	0,272	0,017	0,05	18,38	2,3
CNE20	CNE14	11	9,88	315	0,272	0,013	0,04	14,71	2,61
CNE21	CNE14	14	7,76	315	0,272	0,016	0,04	14,71	2,54
CNO01	CNO02	34,3	0,99	315	0,272	0,017	0,08	29,41	1,25
CNO02	CNO03	44,3	0,97	315	0,272	0,037	0,12	44,12	1,54
CNO03	CNO04	14,1	0,92	315	0,272	0,041	0,13	47,79	1,55
CNO04	CNO05	15,37	0,46	315	0,272	0,044	0,16	58,82	1,21
CNO05	CNO06	11,2	0,36	400	0,347	0,094	0,25	72,05	1,31
CNO06	CNO07	17,59	0,4	400	0,347	0,111	0,27	77,81	1,41
CNO07	VASCA_NO_1	17,2	0,41	500	0,433	0,132	0,25	57,74	1,52
CNO08	CNO09	21	2,38	315	0,272	0,031	0,08	29,41	2,03
CNO09	CNO05	12,6	2,5	315	0,272	0,05	0,11	40,44	2,36
CNO10	CNO11	50	0,4	315	0,272	0,029	0,13	47,79	1,04
CNO11	CNO12	50	0,4	315	0,272	0,058	0,21	77,21	1,2
CNO12	CNO13	50,14	0,4	400	0,347	0,087	0,22	63,40	1,36
CNO13	VASCA_NO_2	50	0,4	400	0,347	0,116	0,28	80,69	1,41
CSE01	CSE02	11,6	1,54	315	0,272	0,023	0,08	29,41	1,58
CSE02	CSE03	15,15	1	315	0,272	0,034	0,11	40,44	1,52
CSE03	CSE04	12,34	1	315	0,272	0,065	0,16	58,82	1,78
CSE04	VASCA_SE	21,53	1	315	0,272	0,081	0,19	69,85	1,87
CSE05	CSE03	15	2,18	315	0,272	0,022	0,07	25,74	1,78
CSO01	CSO02	37,73	0,33	315	0,272	0,029	0,14	51,47	0,97
CSO02	CSO03	18,9	0,53	400	0,347	0,066	0,17	48,99	1,42
CSO03	CSO04	22,32	0,54	400	0,347	0,091	0,21	60,52	1,54
CSO04	CSO05	16,82	0,37	500	0,433	0,128	0,25	57,74	1,46
CSO05	CSO06	47,21	0,28	630	0,535	0,197	0,31	57,94	1,45
CSO06	CSO07	12,08	1,66	630	0,535	0,206	0,19	35,51	2,86
CSO07	VASCA_SO	10,84	0,92	630	0,535	0,274	0,26	48,60	2,49
CSO08	CSO09	18,15	0,55	315	0,272	0,014	0,08	29,41	0,96
CSO09	CSO02	10,8	1,16	315	0,272	0,022	0,08	29,41	1,42
CSO10	CSO11	18,57	1,08	315	0,272	0,014	0,07	25,74	1,22
CSO11	CSO04	13,1	1,11	315	0,272	0,024	0,09	33,09	1,44
TABELLA TRATTI									

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE												
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl													
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni													
	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>ID0002 003</td> <td>C</td> <td>96 DI 125</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	96 DI 125
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	96 DI 125								

Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
CSO12	CSO13	29,79	1,01	315	0,272	0,023	0,09	33,09	1,37
CSO13	CSO05	11,19	0,96	315	0,272	0,032	0,11	40,44	1,47
CSO14	CSO15	21,41	0,58	315	0,272	0,017	0,09	33,09	1,03
CSO15	CSO16	43,03	0,46	400	0,347	0,05	0,15	43,23	1,26
CSO16	CSO07	13,38	1,58	400	0,347	0,06	0,12	34,58	2,07
Condotta SE	Out_condotta SE	42	0,48	500	0,5	0,149	0,3	60,00	1,23
Condotta N	Out-condotta N	30,97	0,48	500	0,5	0,208	0,38	76,00	1,31

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	97 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

9.2 Stazione Executive

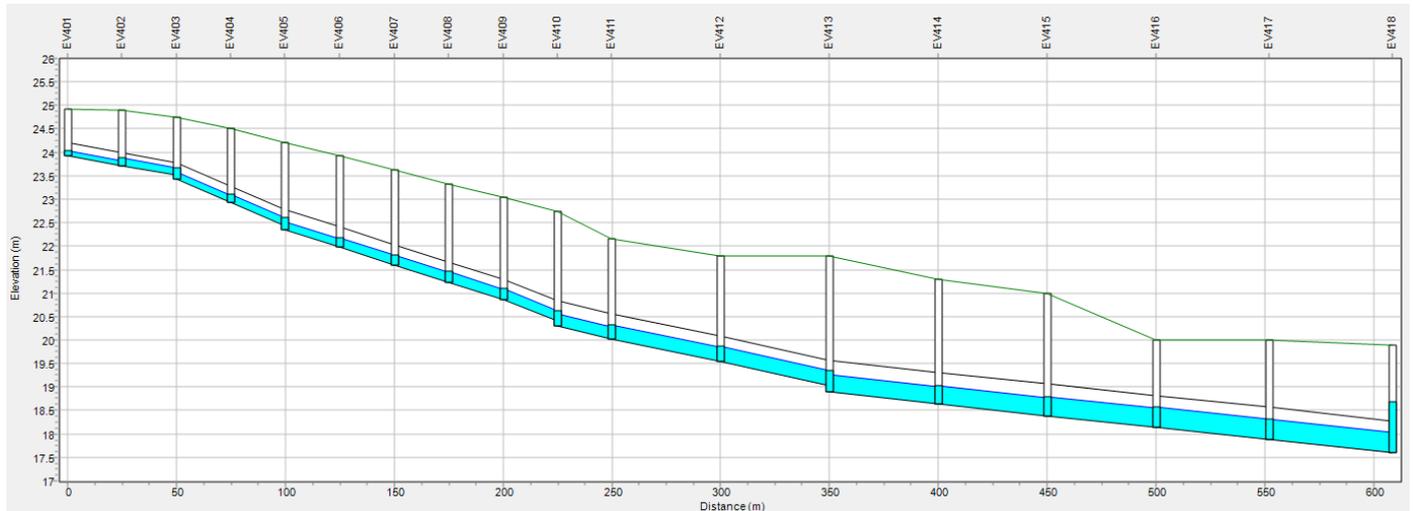


Figura 9-19 - Tratti EV401, EV402, EV403, EV404, EV405, EV406, EV407, EV408, EV409, EV410, EV411, EV412, EV413, EV414, EV415, EV416, EV417, EV418.

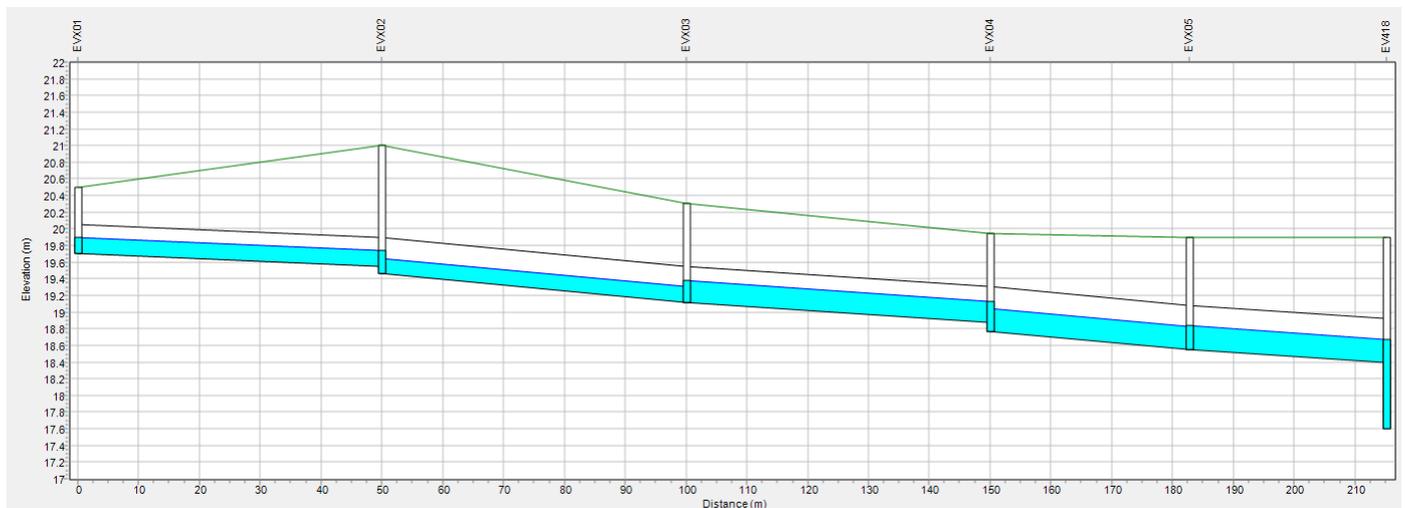


Figura 9-20 - Tratti EVX01, EVX02, EVX03, EVX04, EVX05, EV418.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	98 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

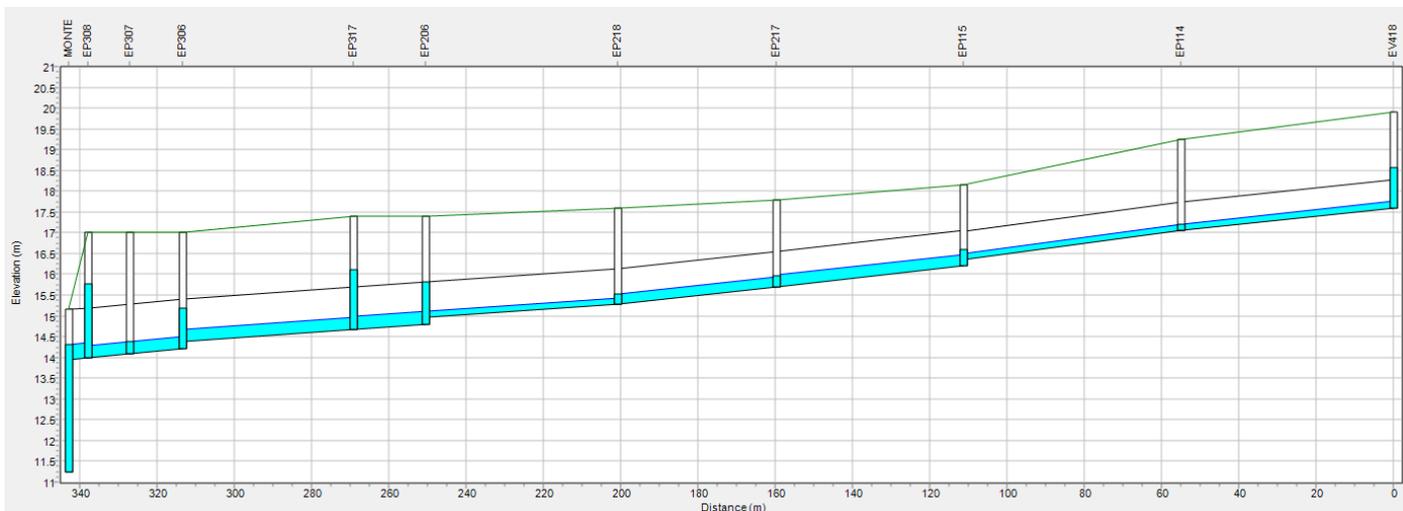


Figura 9-21 - Tratti EV418, EP114, EP115, EP217, EP218, EP206, EP317, EP306, EP307, EP308, VASCA MONTE.

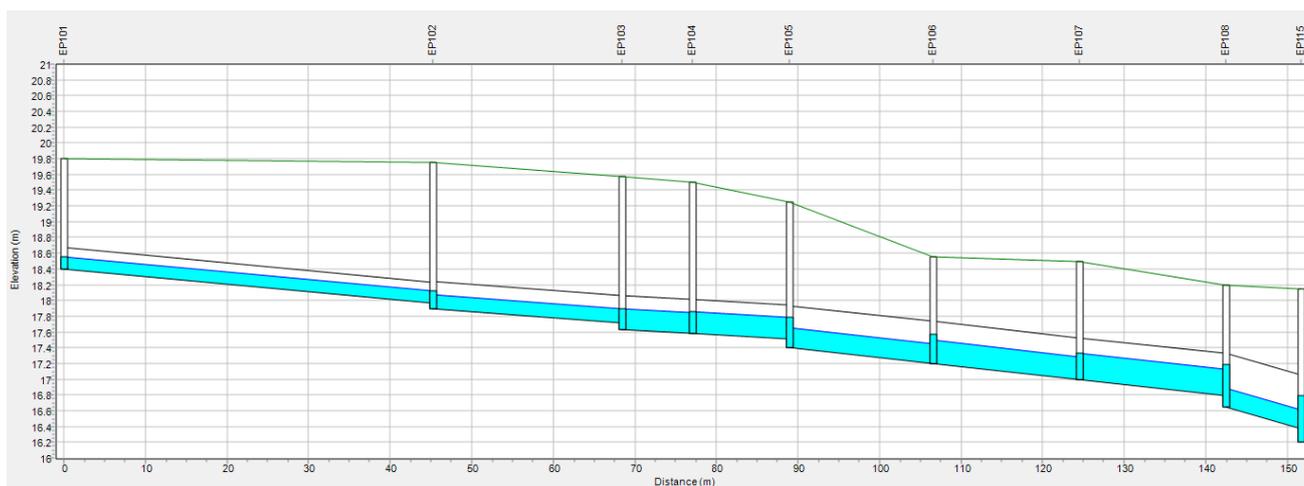


Figura 9-22 - Tratti EP101, EP102, EP103, EP104, EP105, EP106, EP107, EP108, EP115.

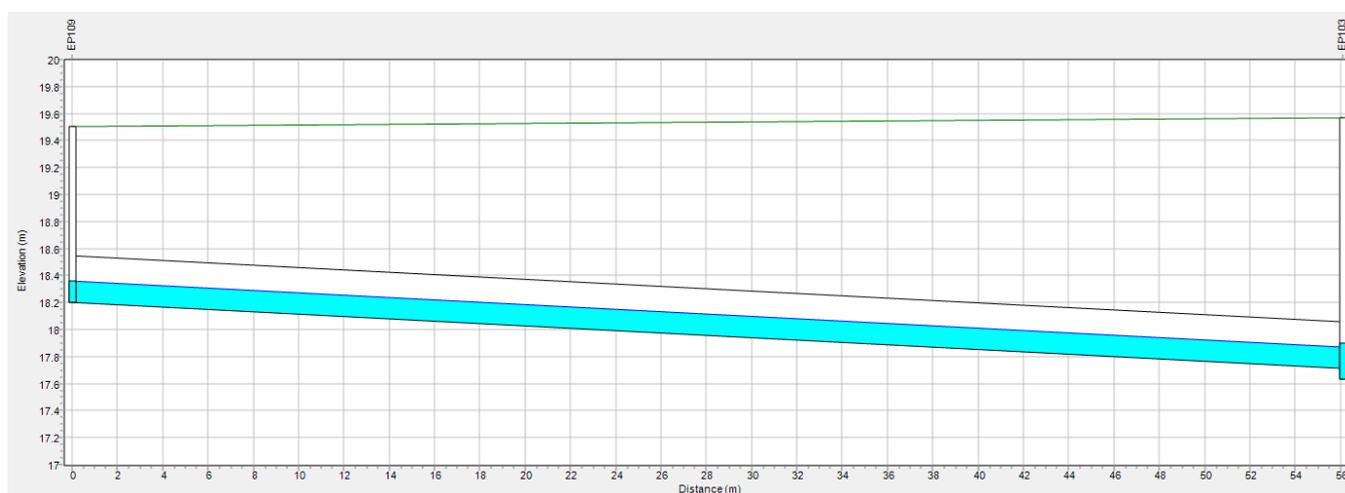


Figura 9-23 - Tratti EP109, EP103.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	99 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

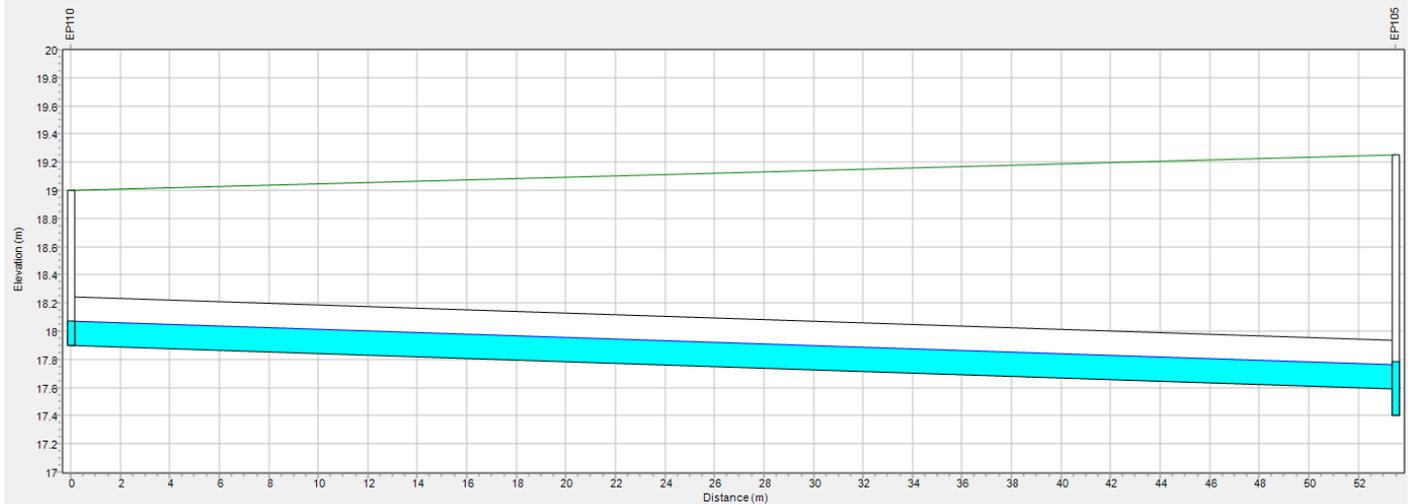


Figura 9-24 - Tratti EP110, EP105.

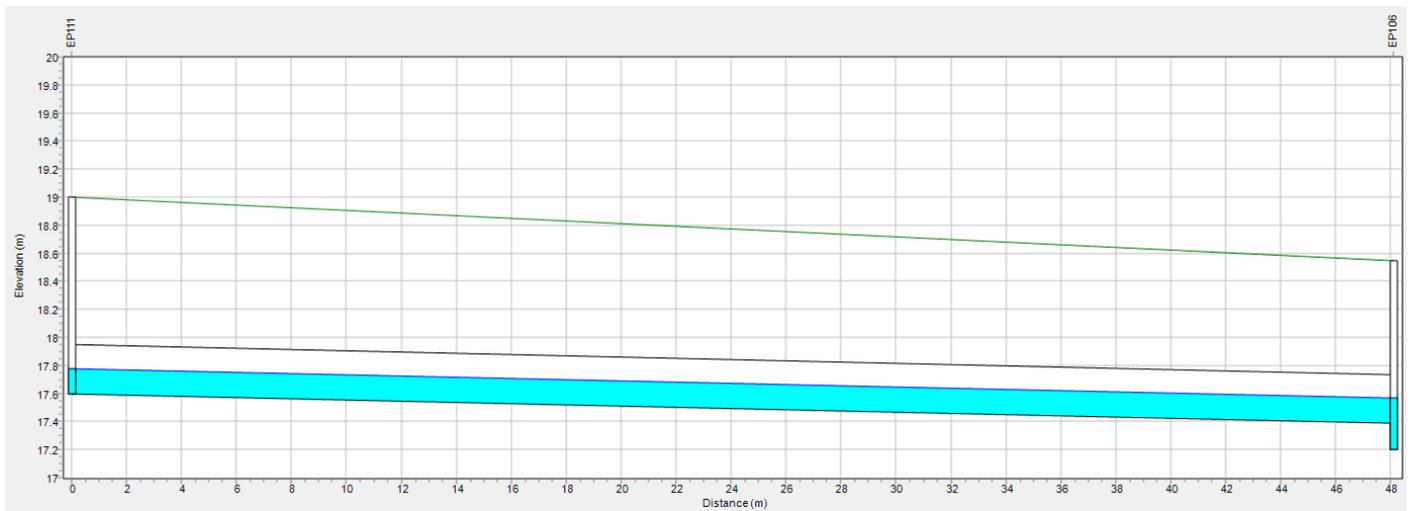


Figura 9-25 - Tratti EP111, EP106.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandatario: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	100 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

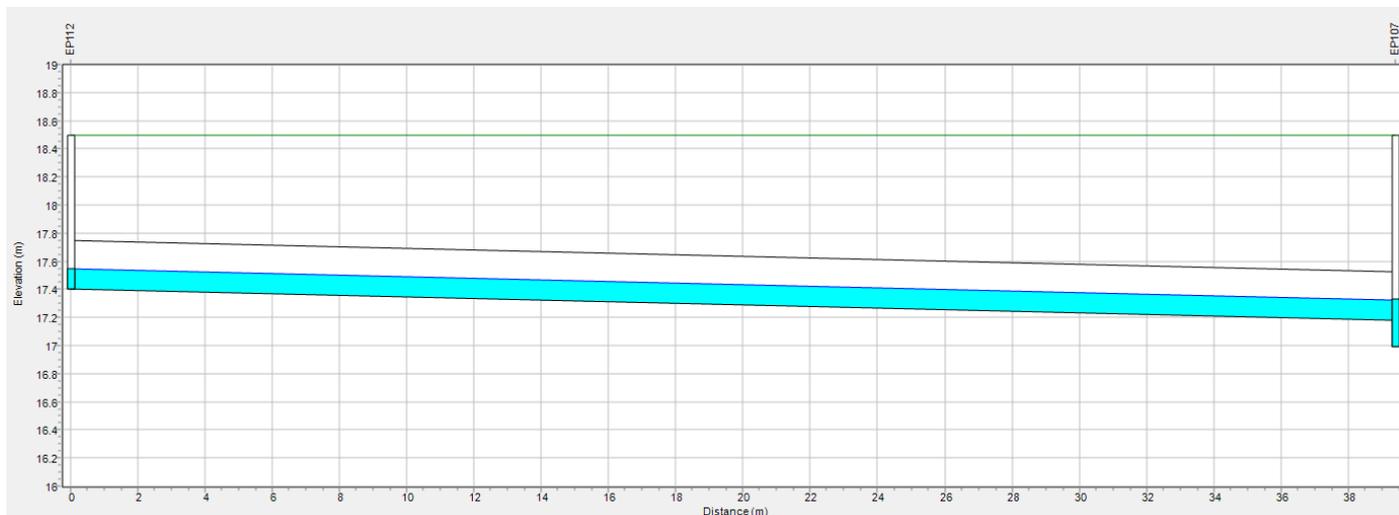


Figura 9-26 - Tratti EP112, EP107.

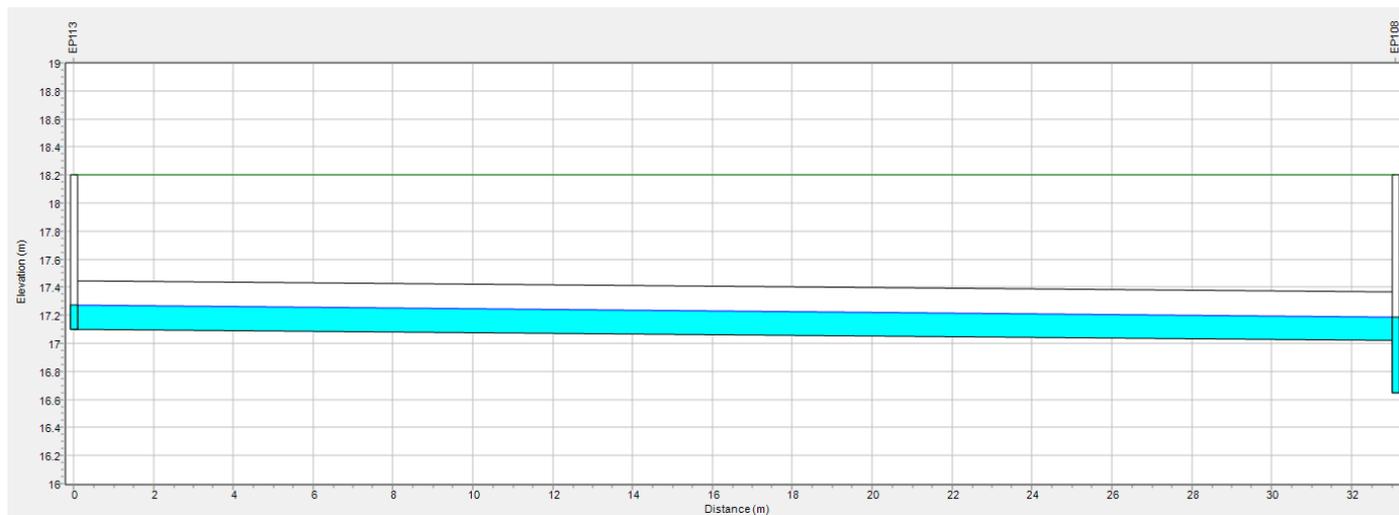


Figura 9-27 - Tratti EP113, EP108.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	101 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

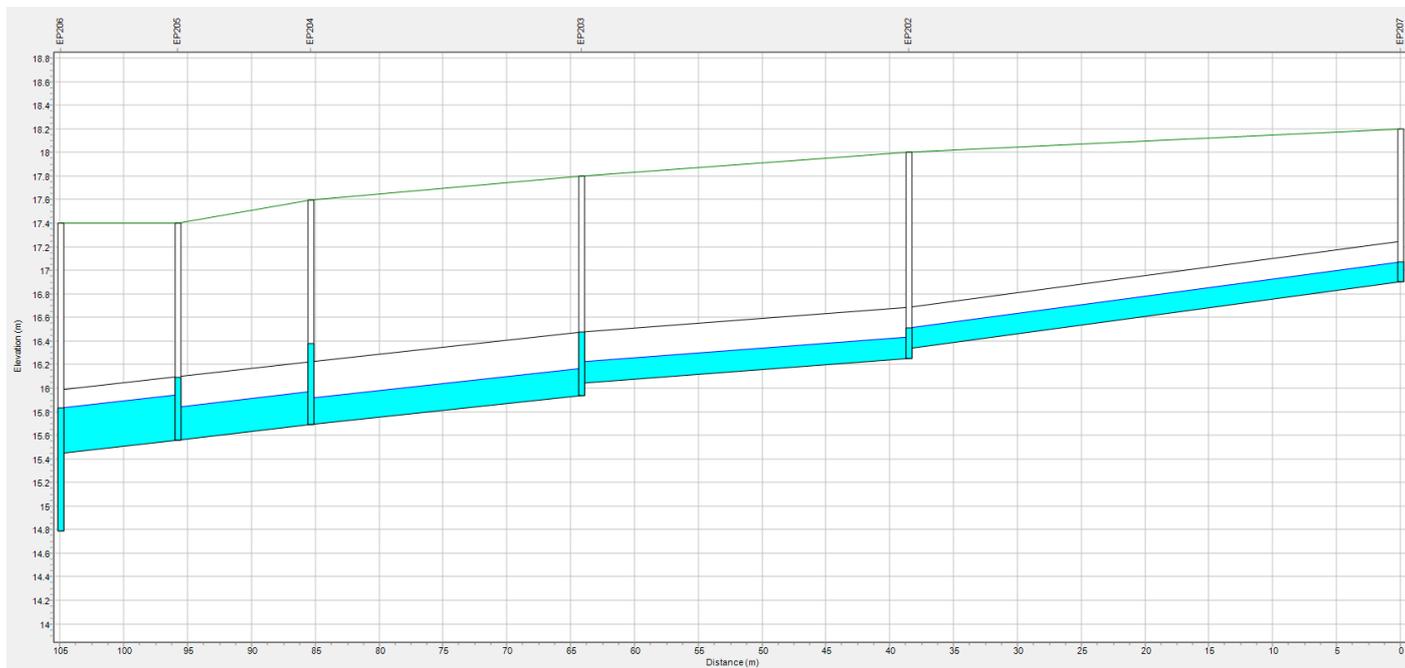


Figura 9-28 - Tratti EP207, EP202, EP203, EP204, EP205, EP206.

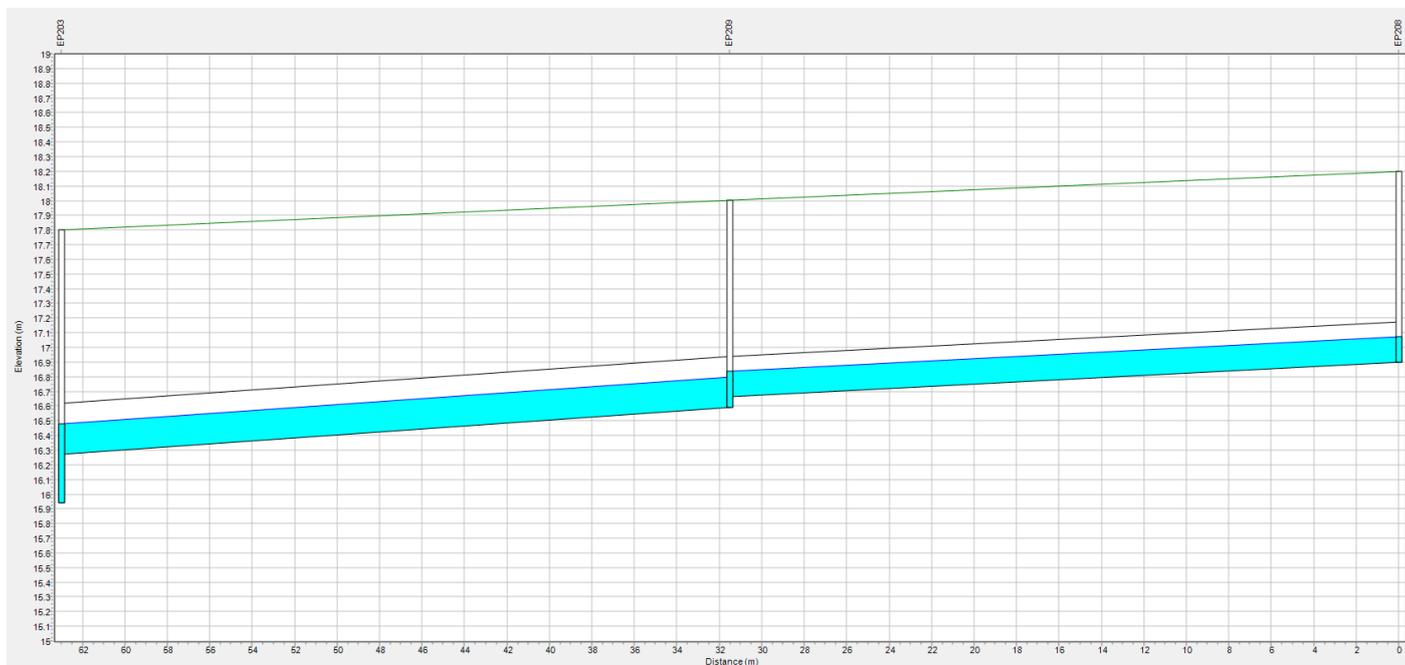


Figura 9-29 - Tratti EP208, EP209, EP203.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	102 DI 125

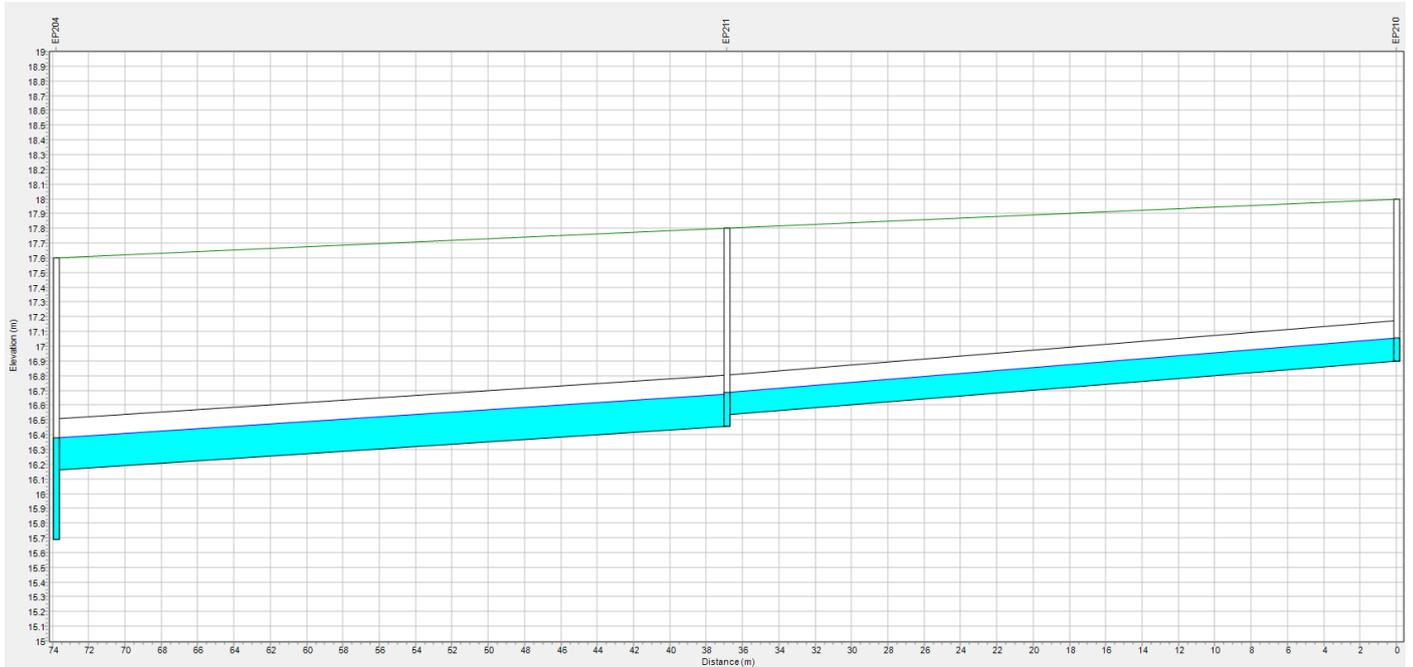


Figura 9-30 - Tratti EP210, EP211, EP204.

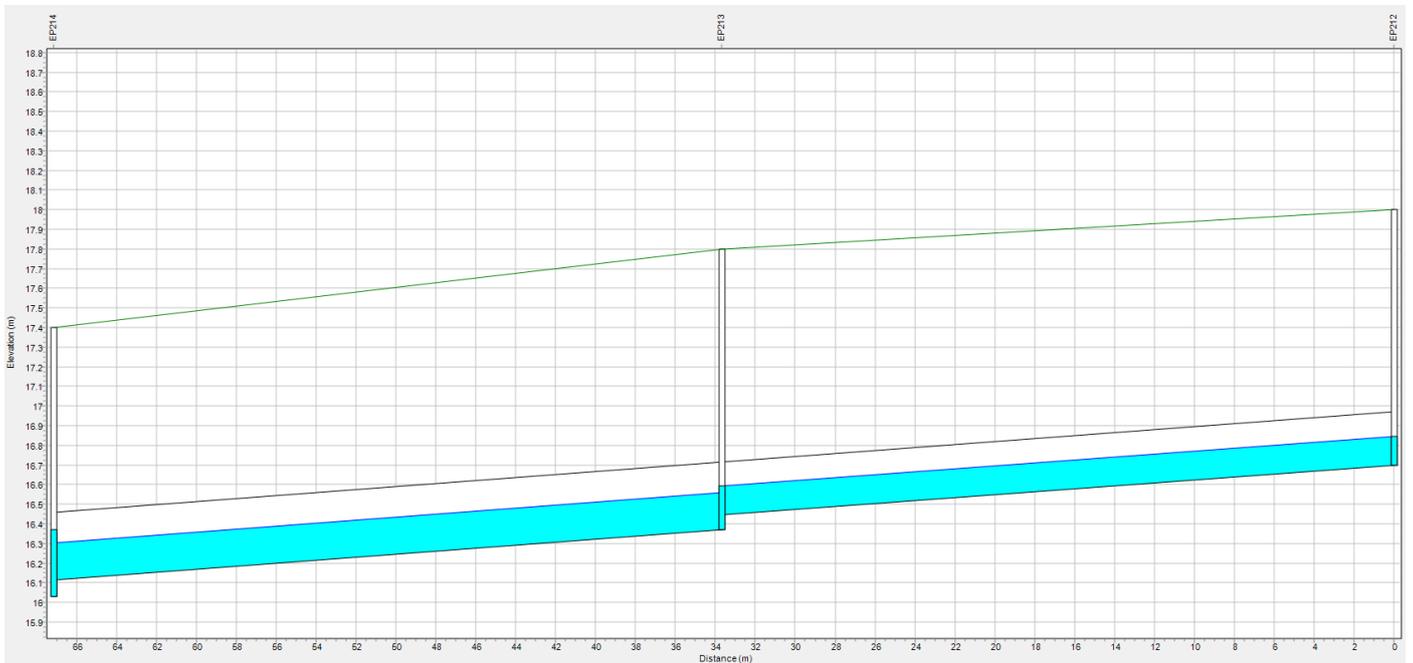


Figura 9-31 - Tratti EP212, EP213, EP214.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	103 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

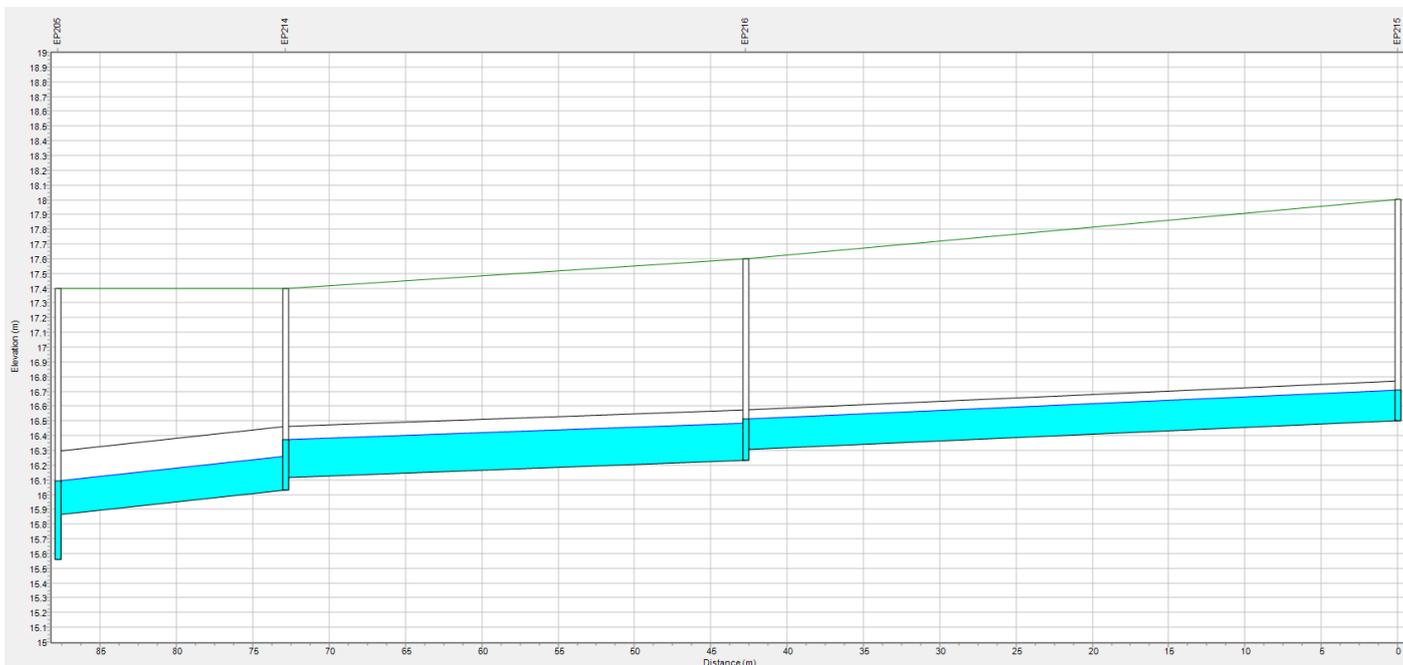


Figura 9-32 - Tratti EP215, EP216, EP214, EP205.

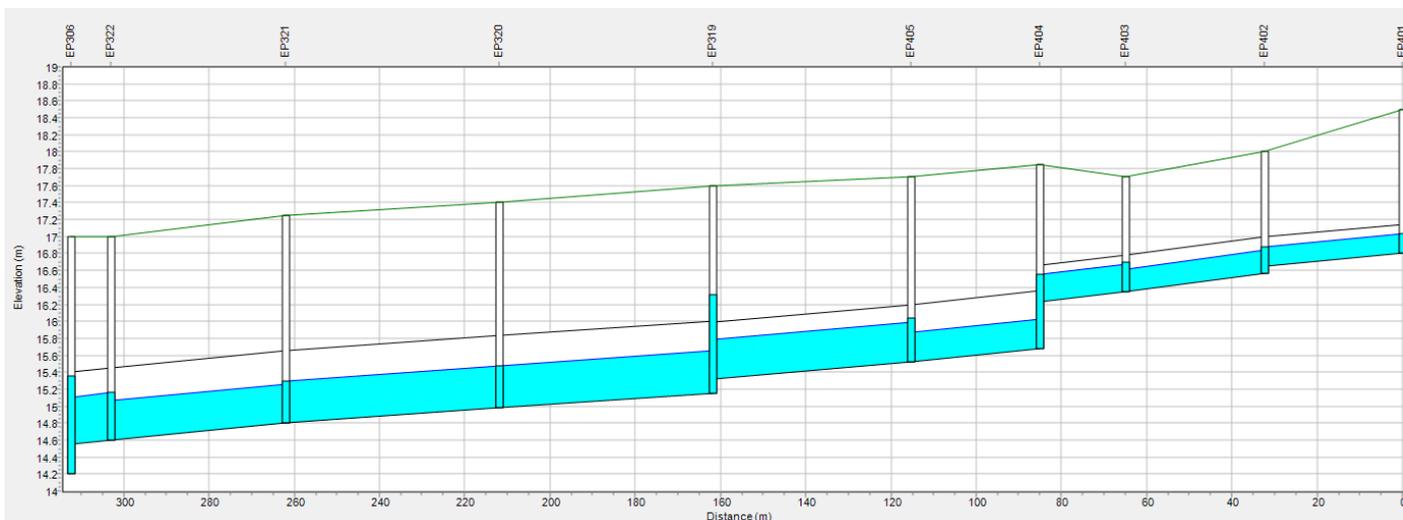


Figura 9-33 - Tratti EP401, EP402, EP403, EP404, EP405, EP319, EP320, EP321, EP322, EP306.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	104 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

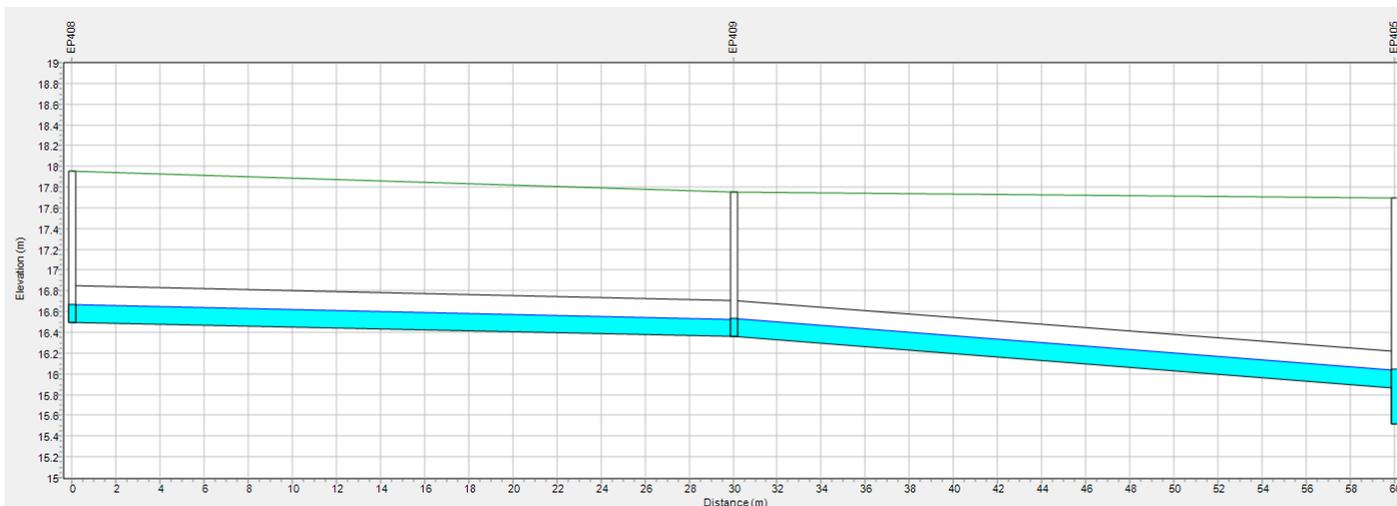


Figura 9-34 - Tratti EP408, EP409, EP405.

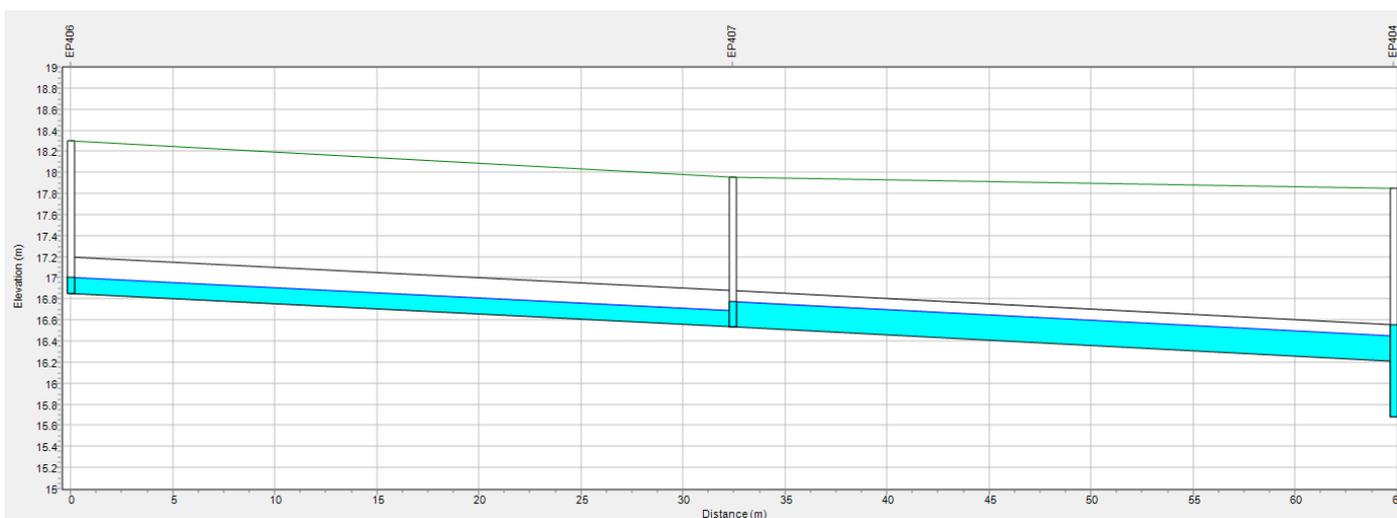


Figura 9-35 - Tratti EP406, EP407, EP404.

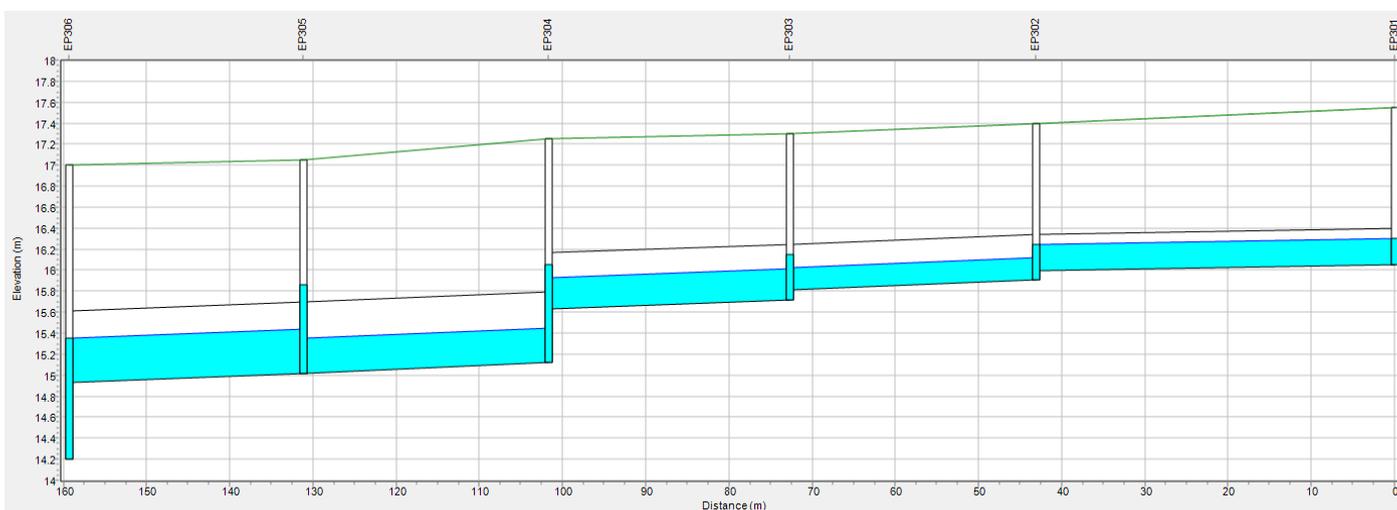


Figura 9-36 - Tratti EP301, EP302, EP303, EP304, EP305, EP306.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	105 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

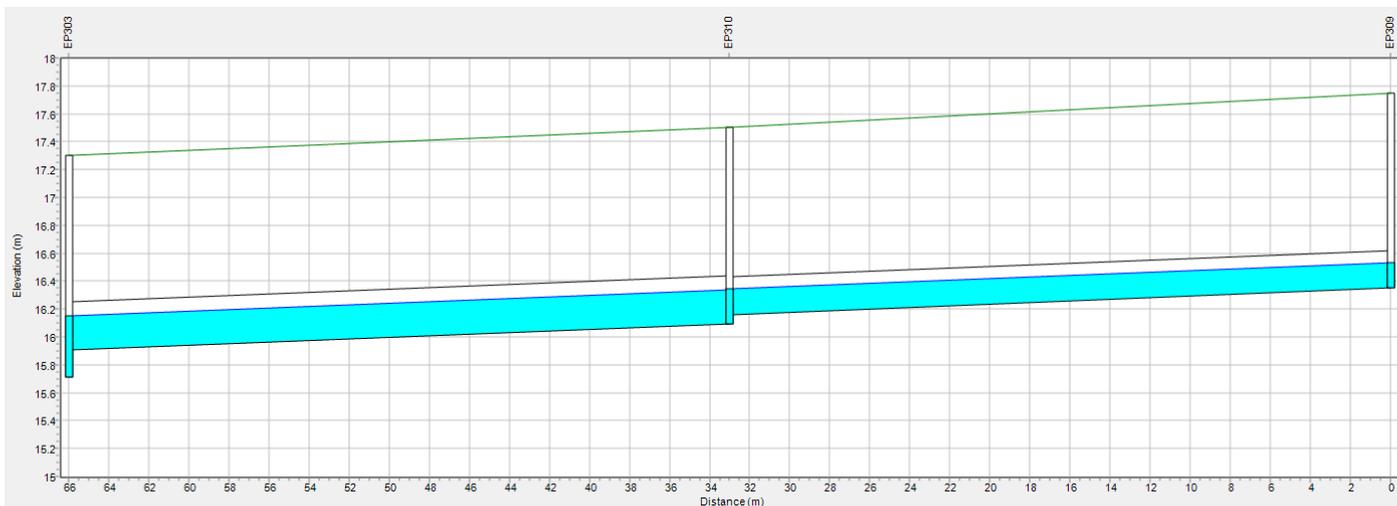


Figura 9-37 - Tratti EP309, EP310, EP303.

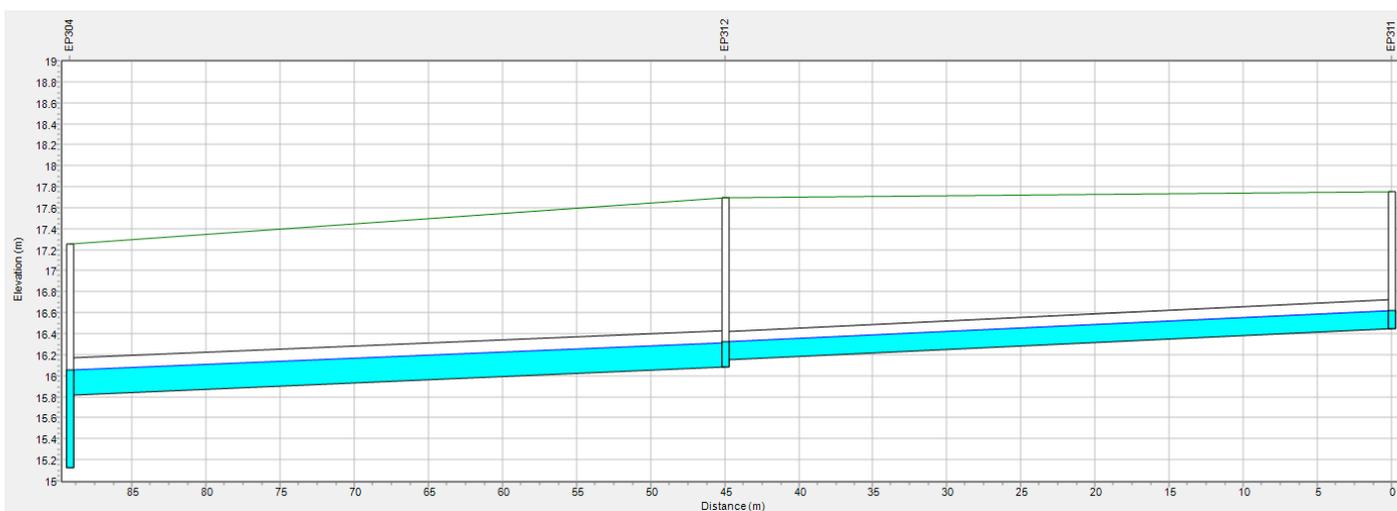


Figura 9-38 - Tratti EP311, EP312, EP304.

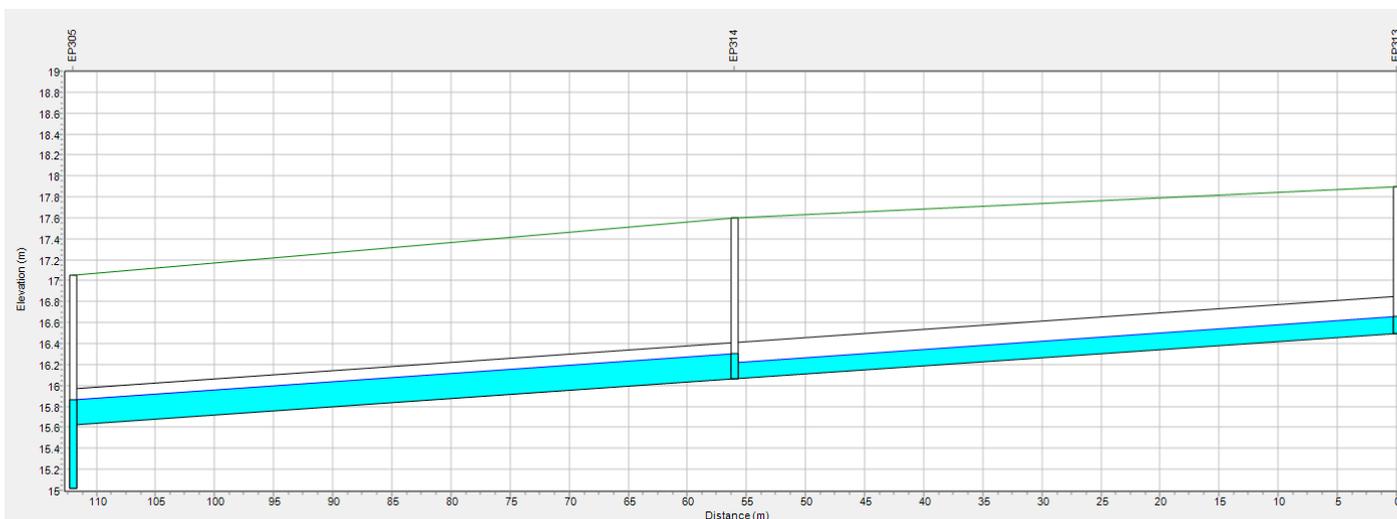


Figura 9-39 - Tratti EP313, EP314, EP305.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	106 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

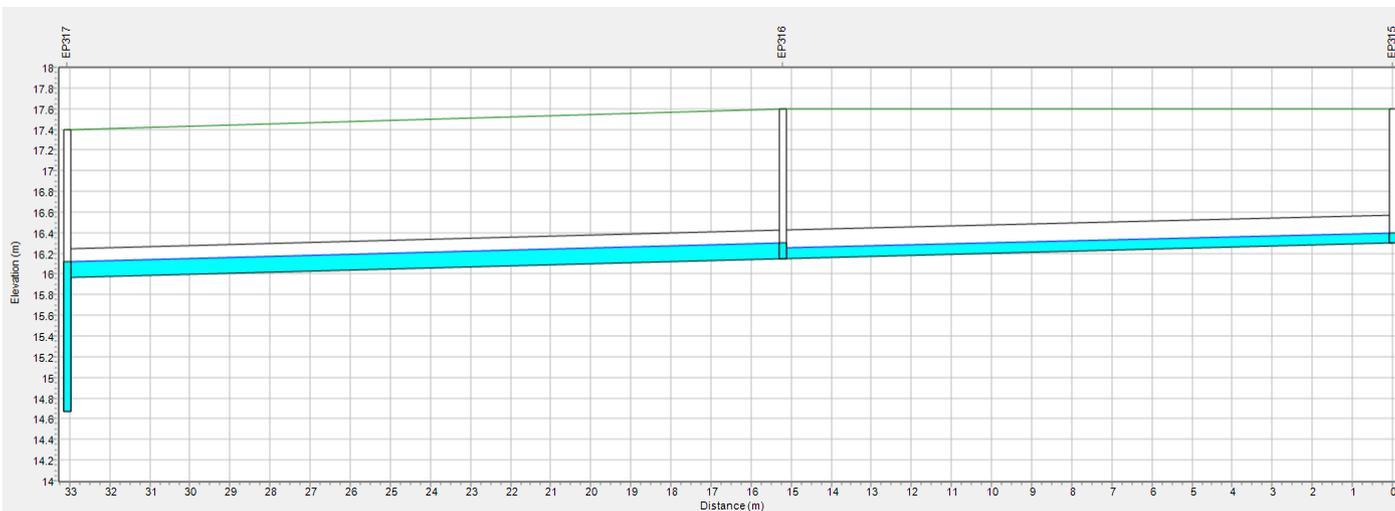


Figura 9-40 - Tratti EP315, EP316, EP317.

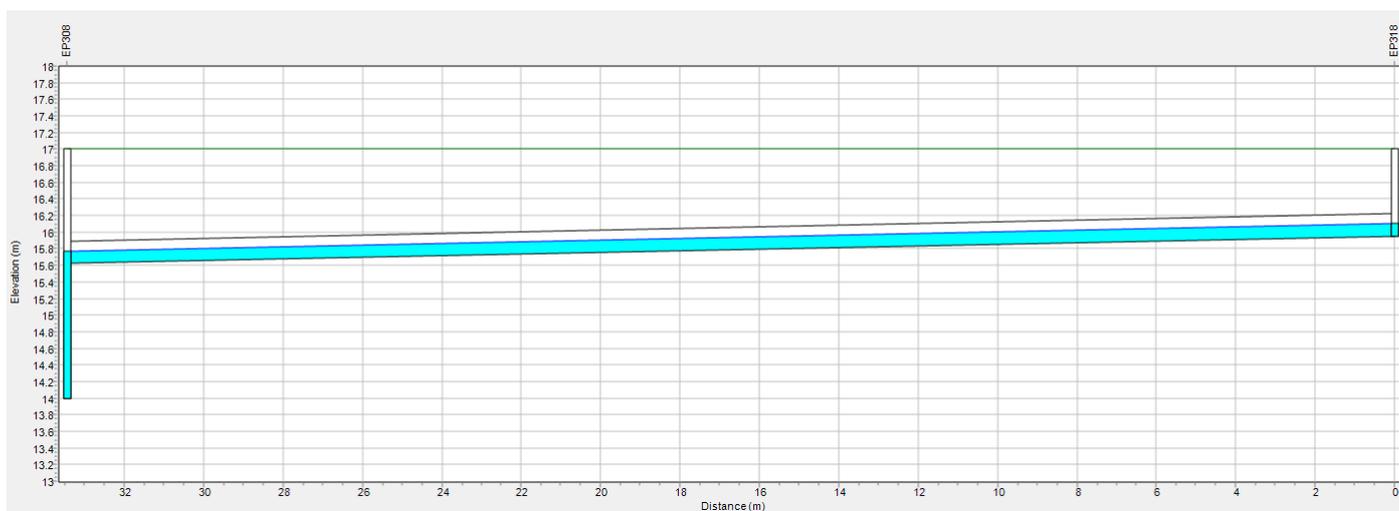


Figura 9-41 - Tratti EP318, EP308.

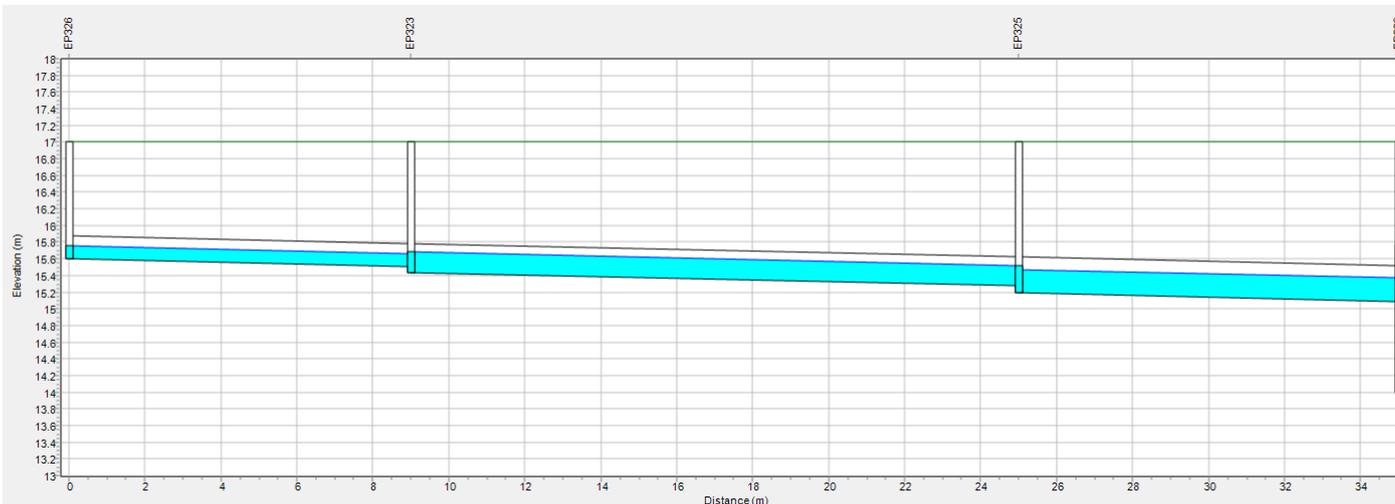


Figura 9-42 - Tratti EP326, EP323, EP325, EP308.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
 Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	107 DI 125

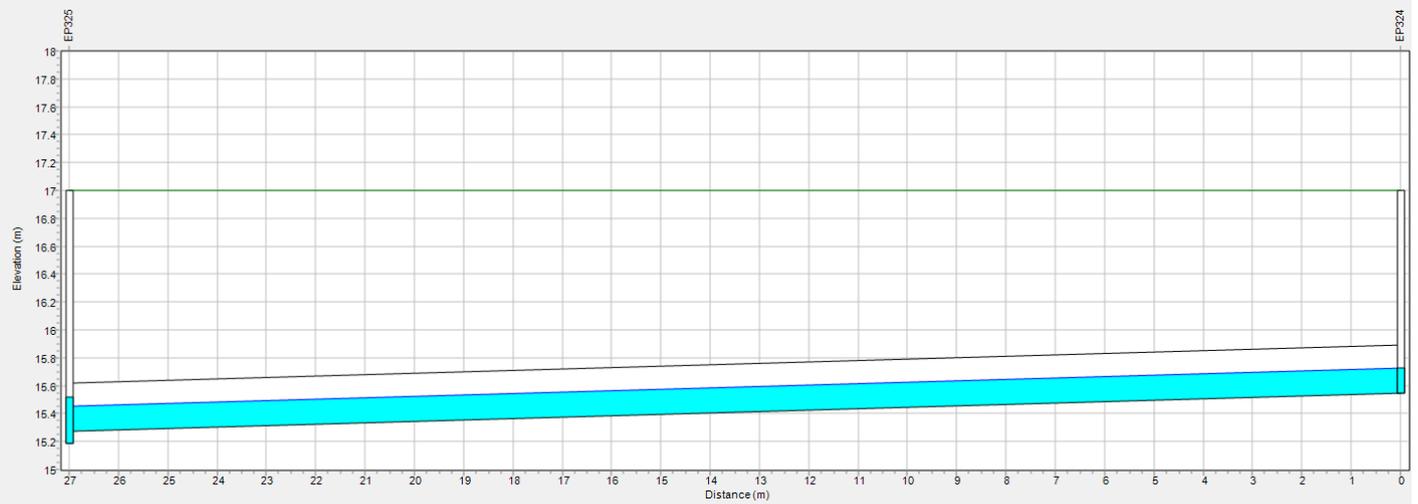


Figura 9-43 - Tratti EP324, EP325.

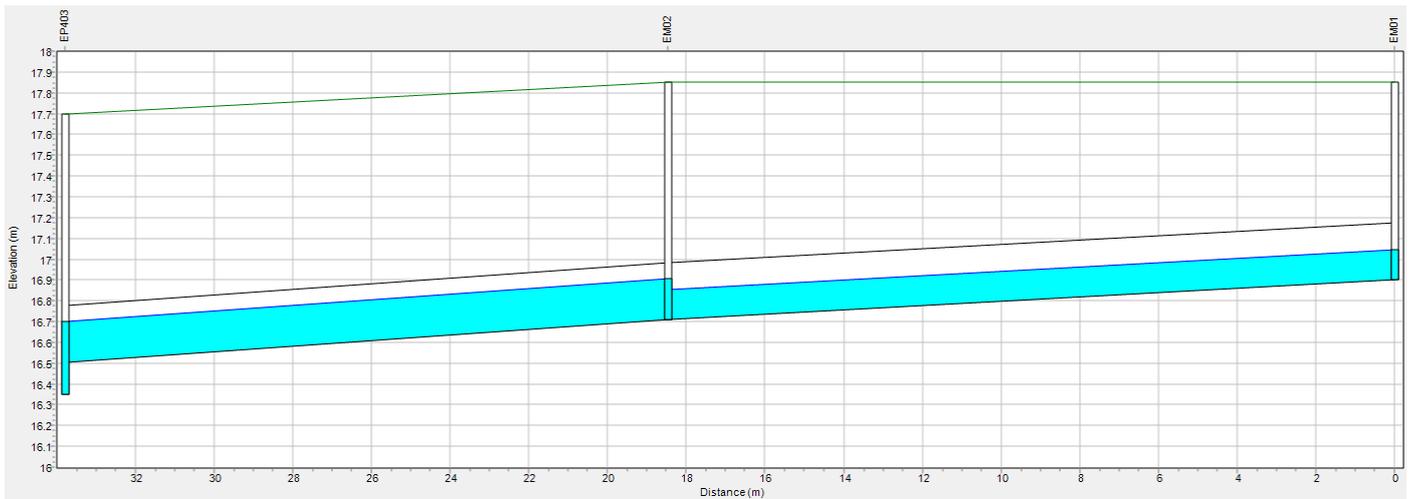


Figura 9-44 - Tratti EM01, EM02, EM03.

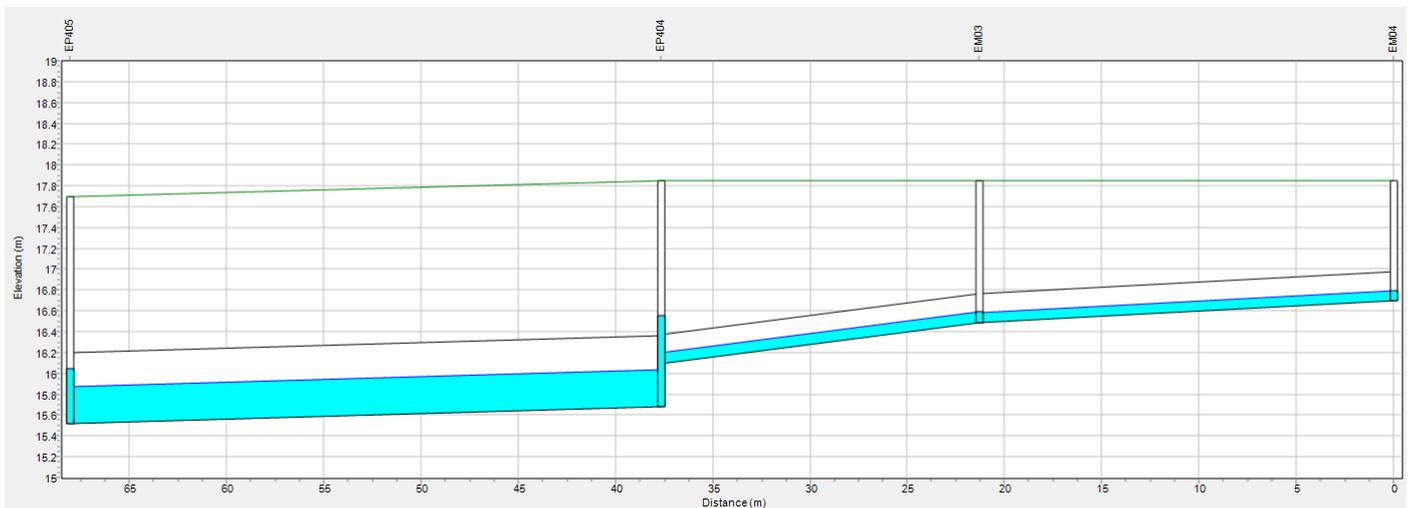


Figura 9-45 - Tratti EM04, EM03, EP404, EP405.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	108 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

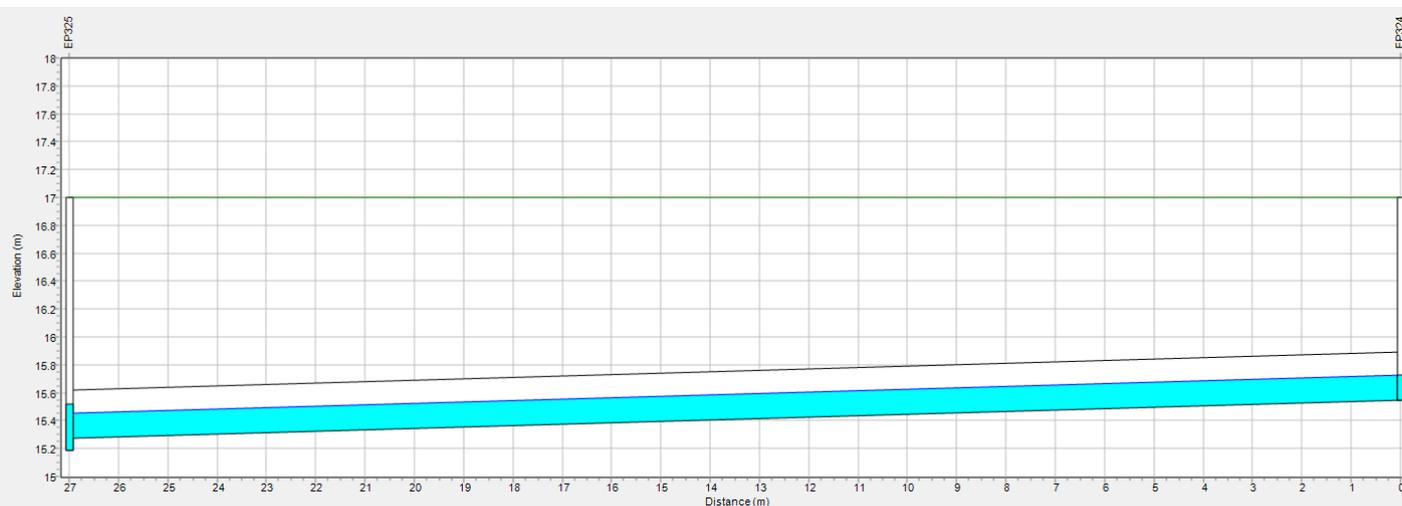


Figura 9-46 - Tratti EP324, EP325.

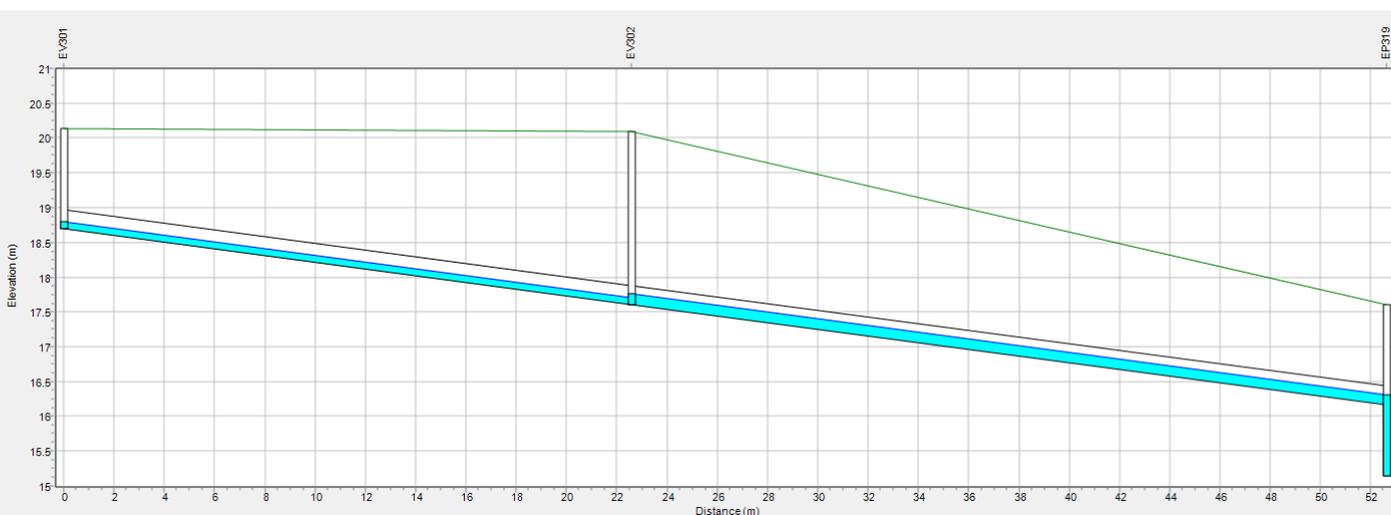


Figura 9-47 - Tratti EV301, EV302, EP319.

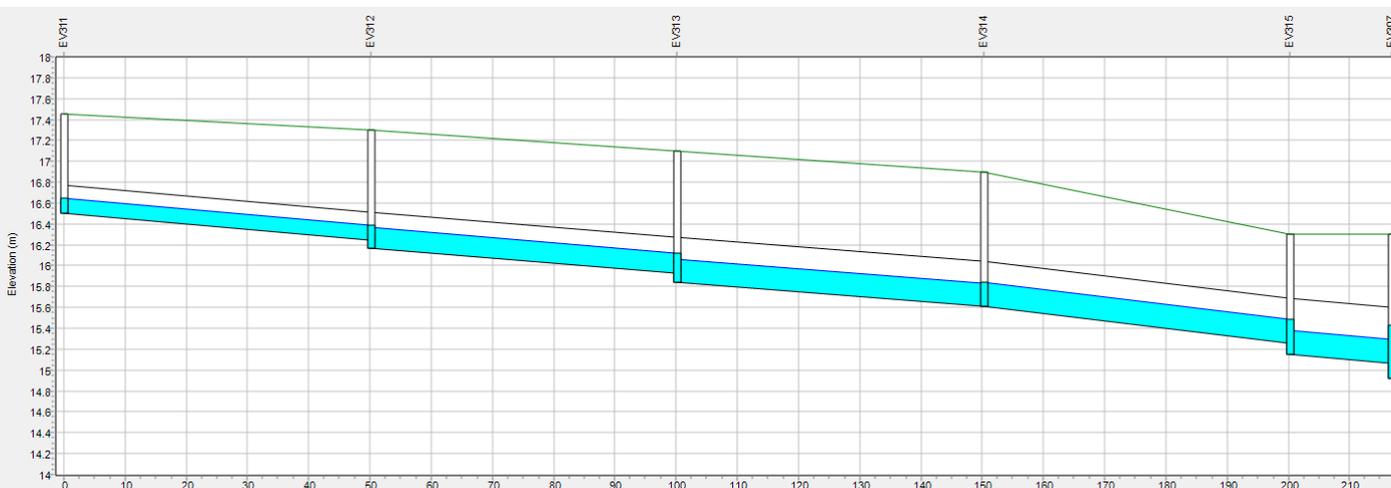


Figura 9-48 - Tratti EV311, EV312, EV313, EV314, EV315, EV307.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	109 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

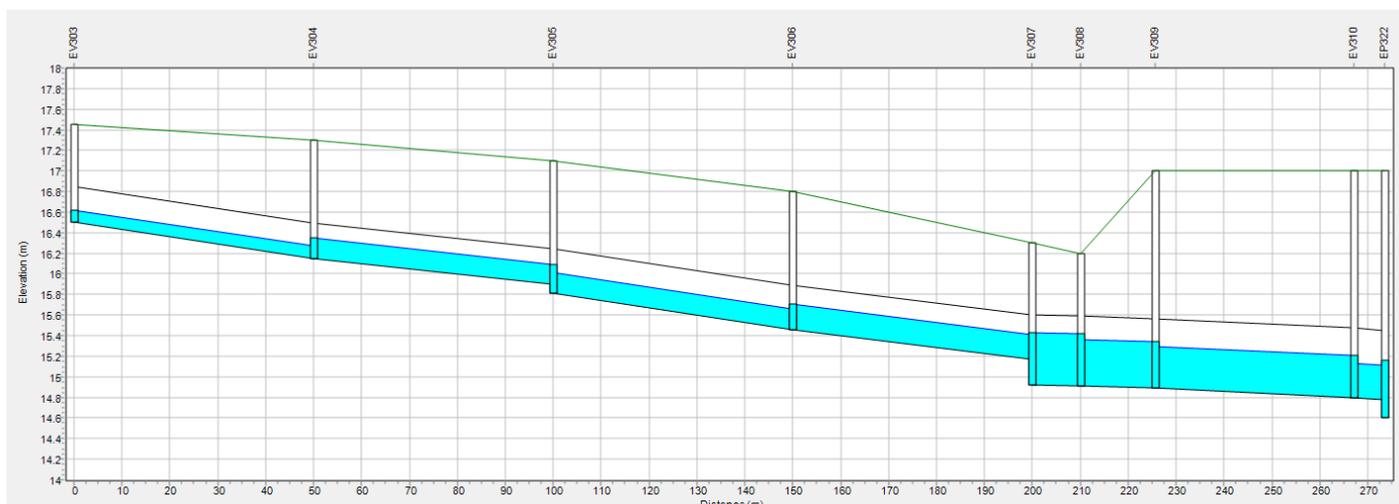


Figura 9-49 - Tratti EV303, EV304, EP305, EV306, EV307, EV308, EV309, EV310, EP322.

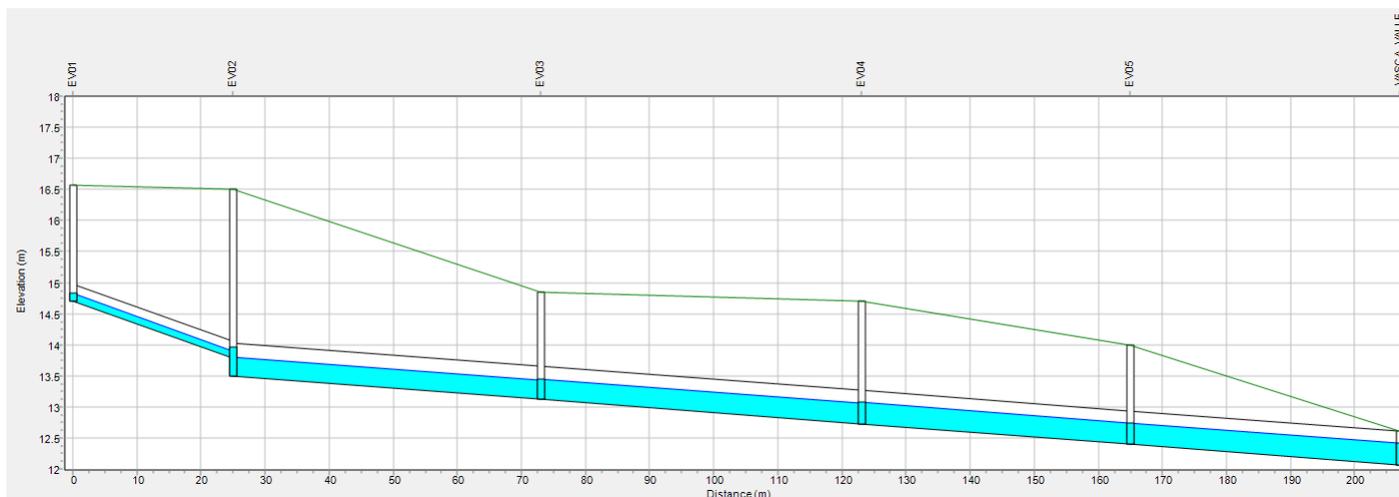


Figura 9-50 - Tratti EV01, EV02, EV03, EV04, EV05, VASCA VALLE.

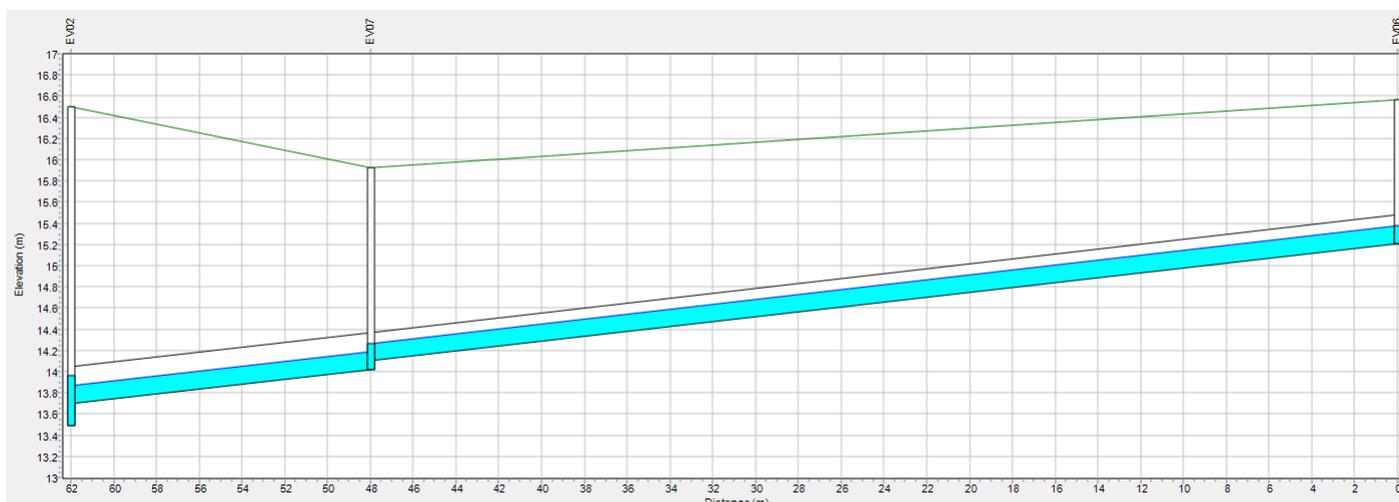


Figura 9-51 - Tratti EV06, EV07, EV02.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	110 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

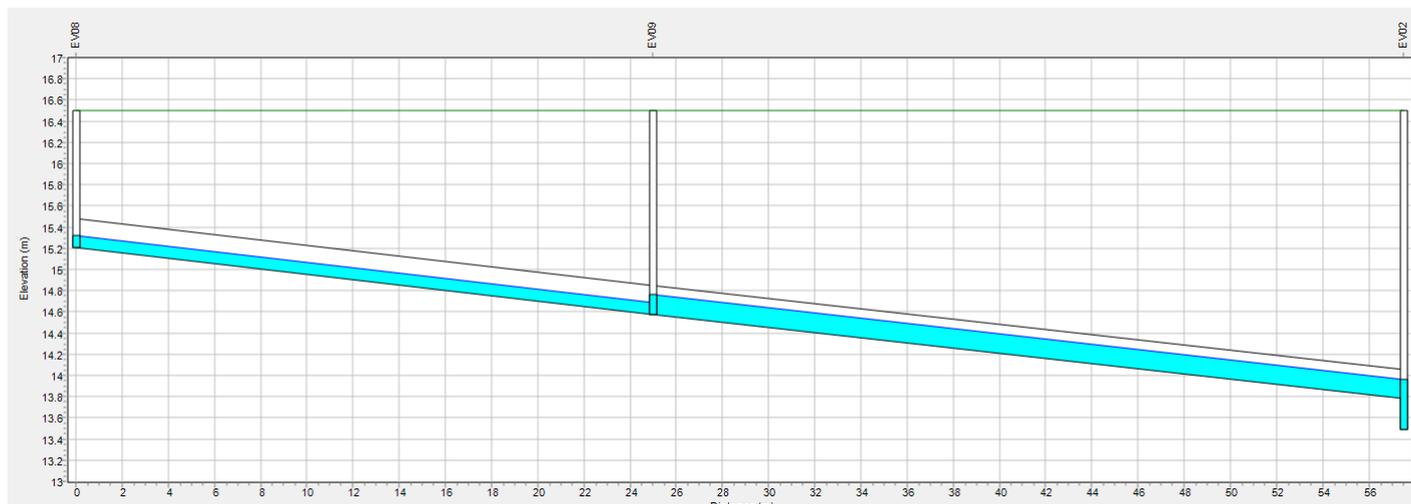


Figura 9-52 - Tratti EV08, EV09, EV02.

TABELLA TRATTI

Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
EM01	EM02	18,48	1,03	315	0,272	0,044	0,15	55,15	1,39
EM02	EP403	15,31	1,35	315	0,272	0,079	0,2	73,53	1,74
EM03	EP404	16,34	2,4	315	0,272	0,045	0,1	36,76	2,26
EM04	EM03	21,33	0,98	315	0,272	0,025	0,09	33,09	1,39
EM05	EP405	16,03	3,32	315	0,272	0,057	0,11	40,44	2,71
EM06	EM05	12,81	1,01	315	0,272	0,025	0,09	33,09	1,4
EM07	EM08	20,47	1,03	315	0,272	0,026	0,11	40,44	1,21
EM08	EP319	17,6	1,25	315	0,272	0,046	0,14	51,47	1,51
EP101	EP102	45,2	0,97	315	0,272	0,06	0,16	58,82	1,74
EP102	EP103	23,2	0,76	400	0,347	0,091	0,19	54,76	1,76
EP103	EP104	8,7	0,57	500	0,433	0,178	0,27	62,36	1,86
EP104	EP105	11,8	0,63	500	0,433	0,193	0,27	62,36	1,96
EP105	EP106	17,6	1,14	630	0,535	0,288	0,25	46,73	2,73
EP106	EP107	18	1,17	630	0,535	0,376	0,3	56,07	2,94
EP107	EP108	17,9	1,12	630	0,535	0,453	0,34	63,55	3,02
EP108	EP115	9,25	2,95	800	0,678	0,497	0,24	35,40	4,43
EP109	EP103	56,1	0,87	400	0,347	0,075	0,16	46,11	1,76
EP110	EP105	53,5	0,58	400	0,347	0,071	0,17	48,99	1,5

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IA3S 01 E ZZ RI ID0002 003 C 111 DI 125

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
EP111	EP106	48,1	0,44	400	0,347	0,064	0,18	51,87	1,31
EP112	EP107	39,4	0,56	400	0,347	0,053	0,15	43,23	1,37
EP113	EP108	33,1	0,24	400	0,347	0,044	0,17	48,99	0,96
EP114	EP115	56,26	1,22	800	0,678	0,897	0,43	63,42	3,7
EP115	EP217	48,54	1,03	1000	0,852	1,394	0,51	59,86	3,88
EP202	EP203	25,66	0,81	500	0,433	0,111	0,18	41,57	1,89
EP203	EP204	21,17	1,18	630	0,535	0,235	0,22	41,12	2,62
EP204	EP205	10,45	1,24	630	0,535	0,355	0,28	52,34	2,97
EP205	EP206	9,15	1,2	630	0,535	0,554	0,38	71,03	3,22
EP206	EP317	18,68	0,64	1200	1,03	2	0,66	64,08	3,55
EP207	EP202	38,53	1,46	400	0,347	0,111	0,17	48,99	2,36
EP208	EP209	31,5	0,75	315	0,272	0,062	0,17	62,50	1,58
EP209	EP203	31,5	1,02	400	0,347	0,124	0,21	60,52	2,11
EP210	EP211	36,9	0,99	315	0,272	0,06	0,16	58,82	1,75
EP211	EP204	36,9	0,81	400	0,347	0,12	0,22	63,40	1,92
EP212	EP213	33,68	0,76	315	0,272	0,048	0,15	55,15	1,49
EP213	EP214	33,48	0,77	400	0,347	0,095	0,19	54,76	1,78
EP214	EP205	14,91	1,14	500	0,433	0,199	0,23	53,12	2,49
EP215	EP216	42,72	0,46	315	0,272	0,06	0,21	77,21	1,28
EP216	EP214	30,17	0,39	400	0,347	0,104	0,26	74,93	1,38
EP217	EP218	40,97	1	1000	0,852	1,394	0,52	61,03	3,84
EP218	EP206	49,73	0,65	1000	0,852	1,394	0,6	70,42	3,22
EP219	EP206	55,94	0,22	400	0,347	0,052	0,22	63,40	0,81
EP301	EP302	43,13	0,13	400	0,347	0,06	0,26	74,93	0,8
EP302	EP303	29,61	0,32	500	0,433	0,073	0,21	48,50	1,02
EP303	EP304	28,94	0,29	630	0,535	0,191	0,3	56,07	1,47
EP304	EP305	29,47	0,34	800	0,678	0,304	0,33	48,67	1,76
EP305	EP306	28,19	0,32	800	0,678	0,441	0,42	61,95	1,87
EP306	EP307	13,8	0,87	1200	1,2	3,652	0,79	65,83	4,61
EP317	EP306	44,14	0,68	1200	1,03	2,05	0,66	64,08	3,65
EP307	EP308	10,7	0,84	1200	1,2	3,702	0,81	67,50	4,56
EP309	EP310	33	0,57	315	0,272	0,059	0,18	66,18	1,4
EP310	EP303	33	0,57	400	0,347	0,118	0,24	69,16	1,65

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IA3S 01 E ZZ RI ID0002 003 C 112 DI 125

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
EP311	EP312	45	0,66	315	0,272	0,057	0,17	62,50	1,48
EP312	EP304	44,2	0,59	400	0,347	0,113	0,23	66,28	1,67
EP313	EP314	56	0,79	400	0,347	0,069	0,16	46,11	1,66
EP314	EP305	56	0,79	400	0,347	0,137	0,24	69,16	1,94
EP315	EP316	15,21	0,99	315	0,272	0,023	0,1	36,76	1,16
EP316	EP317	17,86	1,01	315	0,272	0,045	0,15	55,15	1,39
EP318	EP308	33,45	0,99	315	0,272	0,06	0,16	58,82	1,74
EP319	EP320	49,98	0,34	1000	0,852	0,768	0,5	58,69	2,21
EP320	EP321	50,13	0,36	1000	0,852	0,791	0,5	58,69	2,27
EP321	EP322	41,01	0,49	1000	0,852	0,814	0,46	53,99	2,57
EP322	EP306	9,35	0,56	1000	0,852	1,161	0,56	65,73	2,93
EP323	EP325	16	1	400	0,347	0,158	0,25	72,05	2,2
EP324	EP325	27	1	400	0,347	0,1	0,18	51,87	2
EP325	EP308	10	1	500	0,433	0,258	0,29	66,97	2,51
EP326	EP323	9	1	315	0,272	0,06	0,16	58,82	1,75
EP401	EP402	32,46	0,45	400	0,347	0,076	0,23	66,28	1,16
EP402	EP403	32,4	0,68	500	0,433	0,152	0,27	62,36	1,61
EP403	EP404	20,16	0,6	500	0,433	0,231	0,32	73,90	1,98
EP404	EP405	30,38	0,53	800	0,678	0,428	0,35	51,62	2,26
EP405	EP319	46,56	0,44	800	0,678	0,603	0,47	69,32	2,27
EP406	EP407	32,4	0,99	400	0,347	0,076	0,16	46,11	1,85
EP407	EP404	32,4	0,99	400	0,347	0,152	0,24	69,16	2,17
EP408	EP409	30	0,47	400	0,347	0,059	0,17	48,99	1,32
EP409	EP405	30	1,64	400	0,347	0,118	0,17	48,99	2,51
EV01	EV02	25	3,72	315	0,272	0,079	0,12	44,12	3,08
EV02	EV03	48	0,77	630	0,535	0,33	0,31	57,94	2,43
EV03	EV04	50	0,78	630	0,535	0,353	0,32	59,81	2,48
EV04	EV05	42	0,79	630	0,535	0,384	0,34	63,55	2,54
EV05	VASCA_VALLE	42	0,79	630	0,535	0,384	0,34	63,55	2,54
EV06	EV07	48	2,31	315	0,272	0,101	0,17	62,50	2,73
EV07	EV02	14	2,29	400	0,347	0,132	0,17	48,99	2,92
EV08	EV09	25	2,52	315	0,272	0,053	0,11	40,44	2,39
EV09	EV02	32,5	2,46	315	0,272	0,12	0,18	66,18	2,9

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	113 DI 125

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
EV301	EV302	22,58	4,83	315	0,272	0,056	0,1	36,76	3,09
EV302	EP319	30,04	4,79	315	0,272	0,119	0,15	55,15	3,75
EV303	EV304	50,07	0,7	400	0,347	0,042	0,12	34,58	1,39
EV304	EV305	49,89	0,51	400	0,347	0,082	0,2	57,64	1,47
EV305	EV306	50	0,7	500	0,433	0,122	0,2	46,19	1,84
EV306	EV307	50	0,59	500	0,433	0,159	0,25	57,74	1,83
EV307	EV308	10,2	0,1	800	0,678	0,317	0,51	75,22	1,09
EV308	EV309	15,4	0,14	800	0,678	0,324	0,45	66,37	1,28
EV309	EV310	41,6	0,22	800	0,678	0,344	0,41	60,47	1,53
EV310	EP322	6,37	0,41	800	0,678	0,347	0,34	50,15	1,95
EV311	EV312	50,17	0,51	315	0,272	0,04	0,15	55,15	1,23
EV312	EV313	50	0,49	400	0,347	0,079	0,2	57,64	1,44
EV313	EV314	50	0,46	500	0,433	0,119	0,22	50,81	1,56
EV314	EV315	50	0,72	500	0,433	0,158	0,23	53,12	1,97
EV315	EV307	16,66	0,51	500	0,535	0,158	0,23	42,99	1,73
EV401	EV402	24,97	0,84	315	0,272	0,029	0,11	40,44	1,37
EV402	EV403	25,12	0,83	315	0,272	0,059	0,16	58,82	1,62
EV403	EV404	24,96	2	400	0,347	0,09	0,14	40,35	2,51
EV404	EV405	24,77	2,01	400	0,347	0,119	0,16	46,11	2,71
EV405	EV406	25,24	1,49	500	0,433	0,148	0,18	41,57	2,55
EV406	EV407	24,94	1,5	500	0,433	0,177	0,2	46,19	2,68
EV407	EV408	25,04	1,5	500	0,433	0,206	0,22	50,81	2,78
EV408	EV409	24,98	1,5	500	0,433	0,234	0,23	53,12	2,87
EV409	EV410	24,96	1,82	500	0,433	0,261	0,24	55,43	3,17
EV410	EV411	24,88	1,08	630	0,535	0,289	0,26	48,60	2,68
EV411	EV412	50,12	0,96	630	0,535	0,343	0,3	56,07	2,67
EV412	EV413	50,09	1,03	630	0,535	0,395	0,32	59,81	2,84
EV413	EV414	49,81	0,5	800	0,678	0,446	0,37	54,57	2,24
EV414	EV415	50	0,5	800	0,678	0,49	0,39	57,52	2,29
EV415	EV416	50,23	0,5	800	0,678	0,528	0,41	60,47	2,32
EV416	EV417	51,74	0,48	800	0,678	0,561	0,43	63,42	2,32
EV417	EV418	56,64	0,51	800	0,678	0,589	0,44	64,90	2,4
EV418	EP114	54,96	1	800	0,678	0,851	0,45	66,37	3,38

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE												
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl													
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni													
	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>ID0002 003</td> <td>C</td> <td>114 DI 125</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	114 DI 125
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	114 DI 125								

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
EVX01	EVX02	50	0,31	400	0,347	0,061	0,19	54,76	1,13
EVX02	EVX03	50	0,68	500	0,433	0,11	0,19	43,88	1,77
EVX03	EVX04	50	0,5	500	0,433	0,16	0,26	60,05	1,72
EVX04	EVX05	32,7	0,67	630	0,535	0,196	0,27	50,47	1,72
EVX05	EV418	32,47	0,49	630	0,535	0,227	0,28	52,34	1,88
EP308	MONTE	5	4,8	1200*	1,200	4,02	0,5	41,67	4,52

* Il Diametro Nominale DN è da intendersi per le tubazioni in PEAD corrugato come esterno e per le tubazioni in PEAD spiralato come interno.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.

PROGETTISTA:
 Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	115 DI 125

9.3 Stazione Triggiano

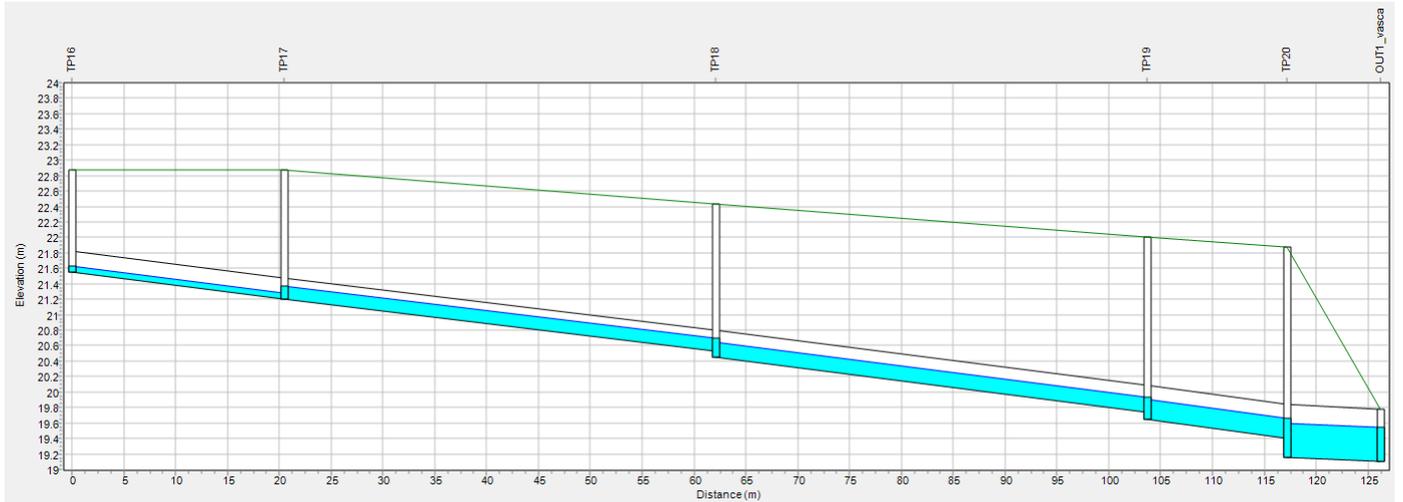


Figura 9-53 – Tratti TP16, TP17, TP18, TP19, TP20, Vasca

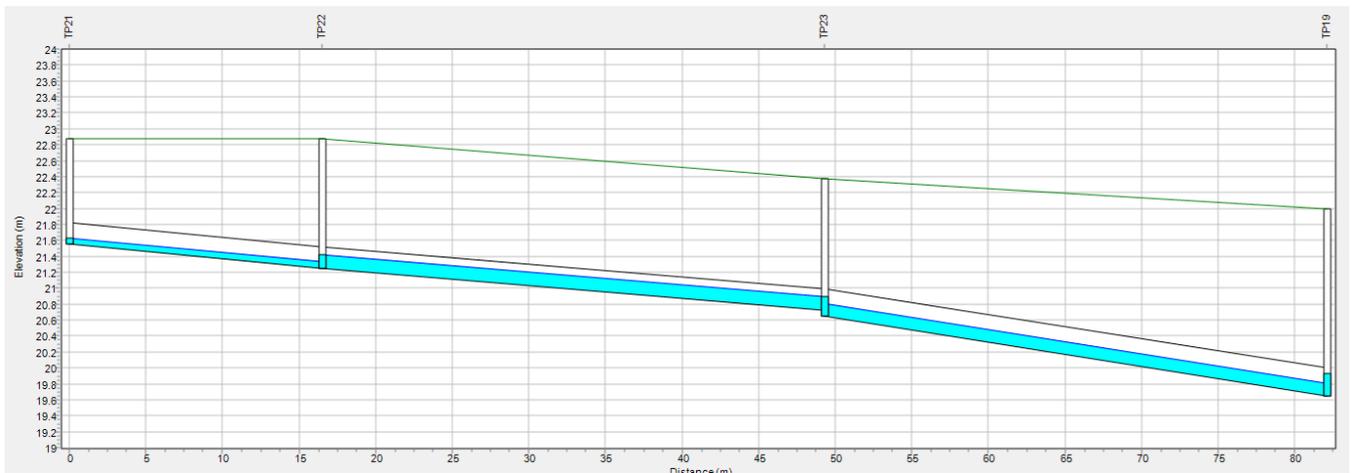
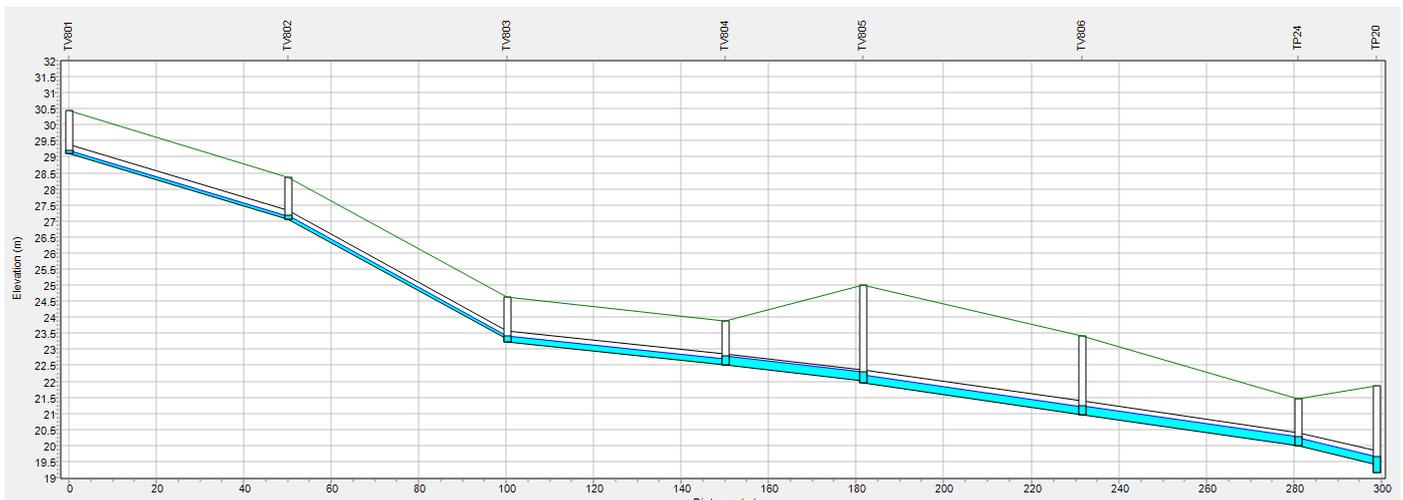


Figura 9-54 – Tratti TP21, TP22, TP23, TP19



APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	116 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

Figura 9-55 – Tratti TV801, TV802, TV803, TV804, TV805, TV806, TP24, TP20

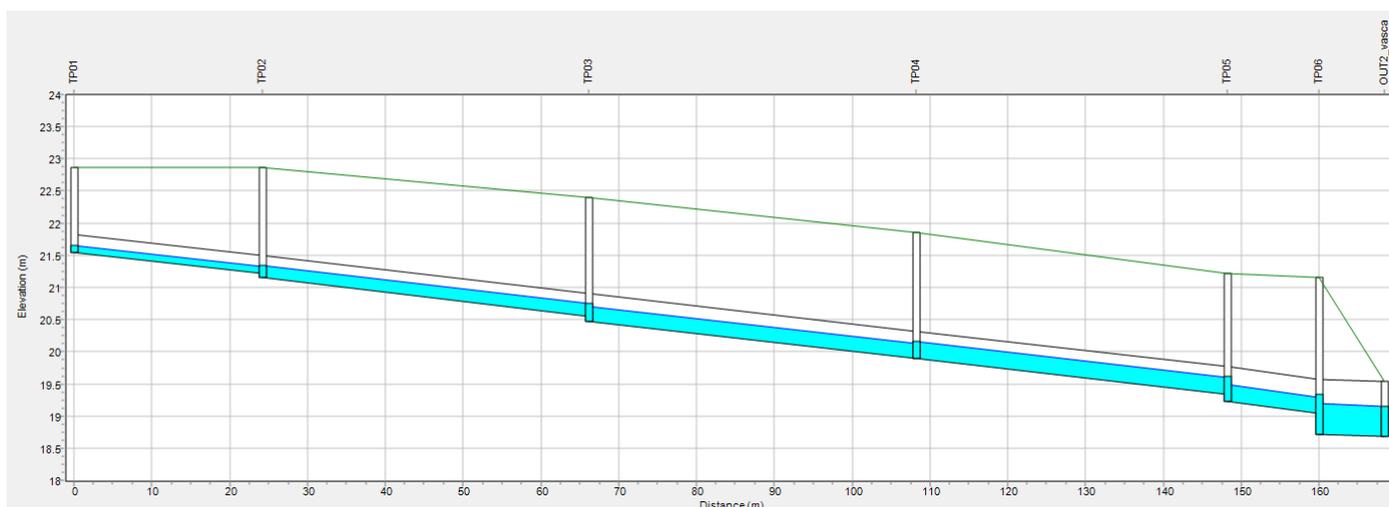


Figura 9-56 - Tratti TP01, TP02, TP03, TP04, TP05, TP06, Vasca

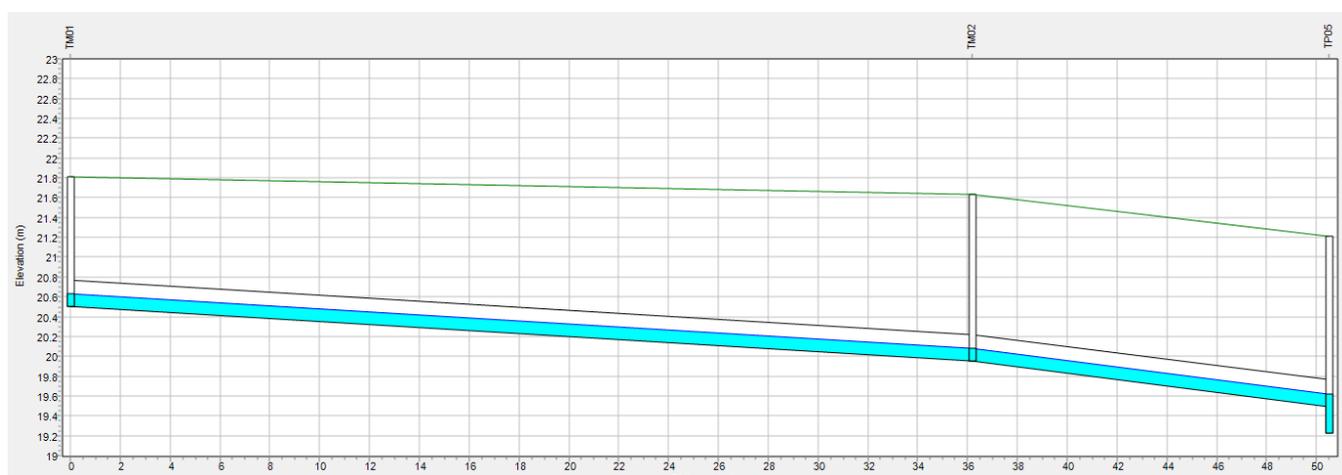


Figura 9-57 - Tratti TM01, TP02, TP05

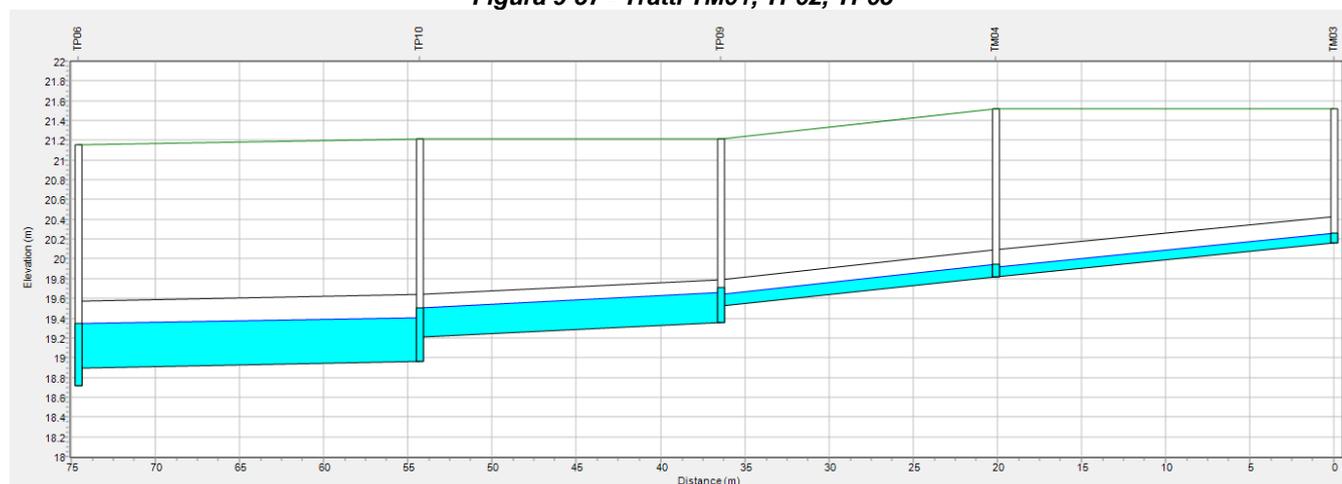


Figura 9-58 - Tratti TM03, TM04, TP09, TP10, TP06

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	117 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

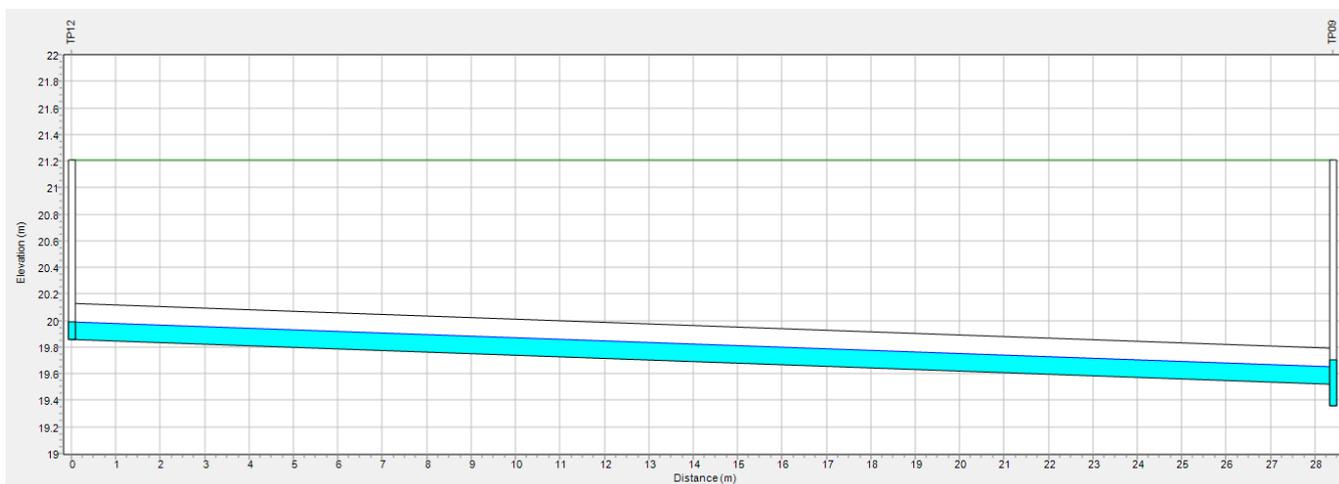


Figura 9-59 - Tratti TP12, TP09

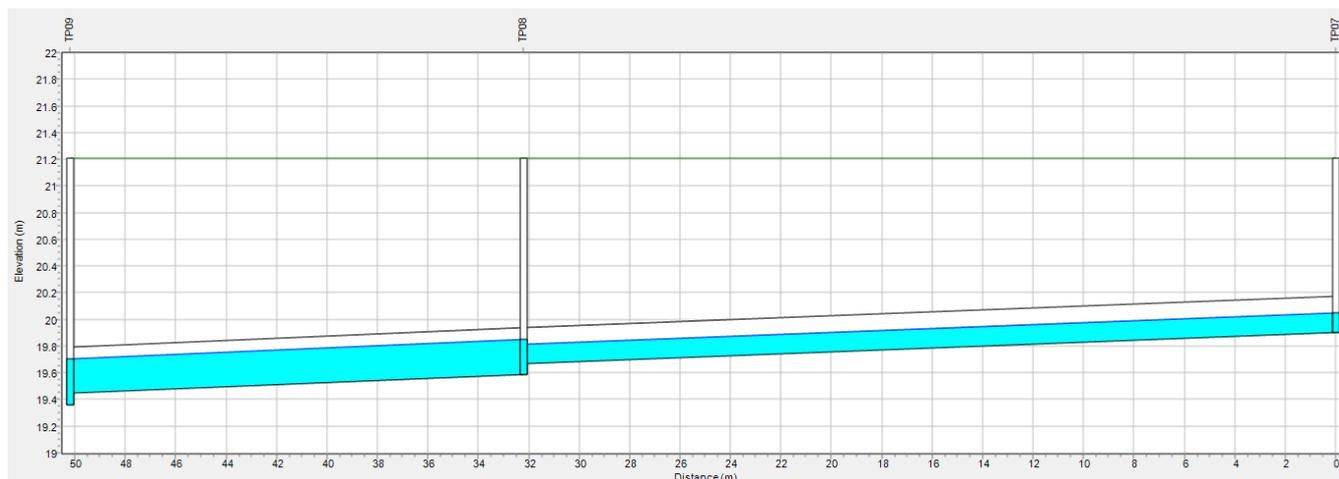


Figura 9-60 - Tratti TP07, TP08, TP09

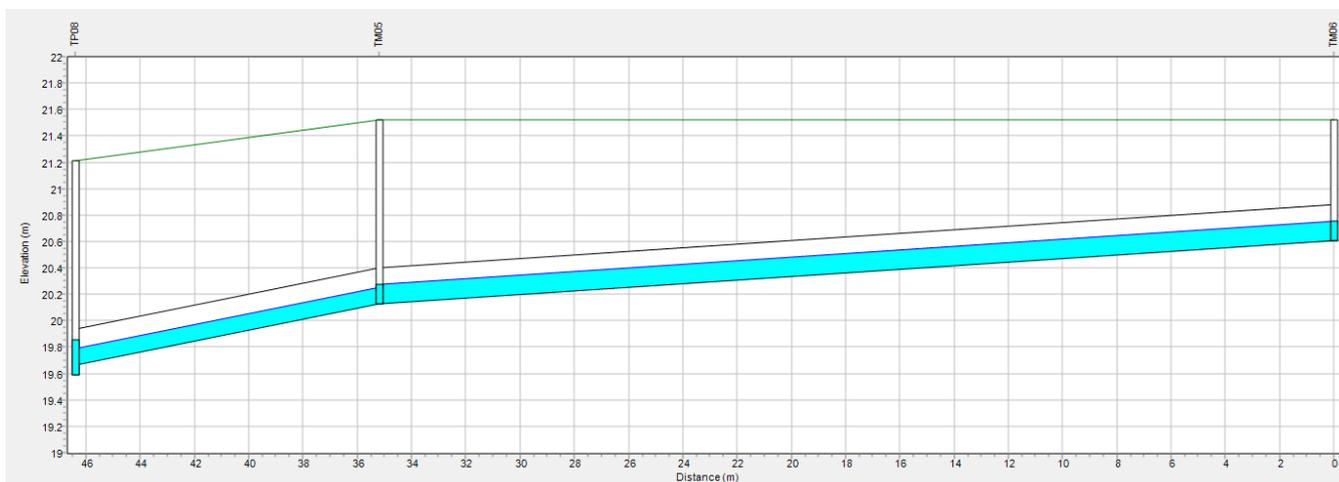


Figura 9-61 - Tratti TM06, TM05, TP08

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	118 DI 125

Relazione idrologico-idraulica stazioni

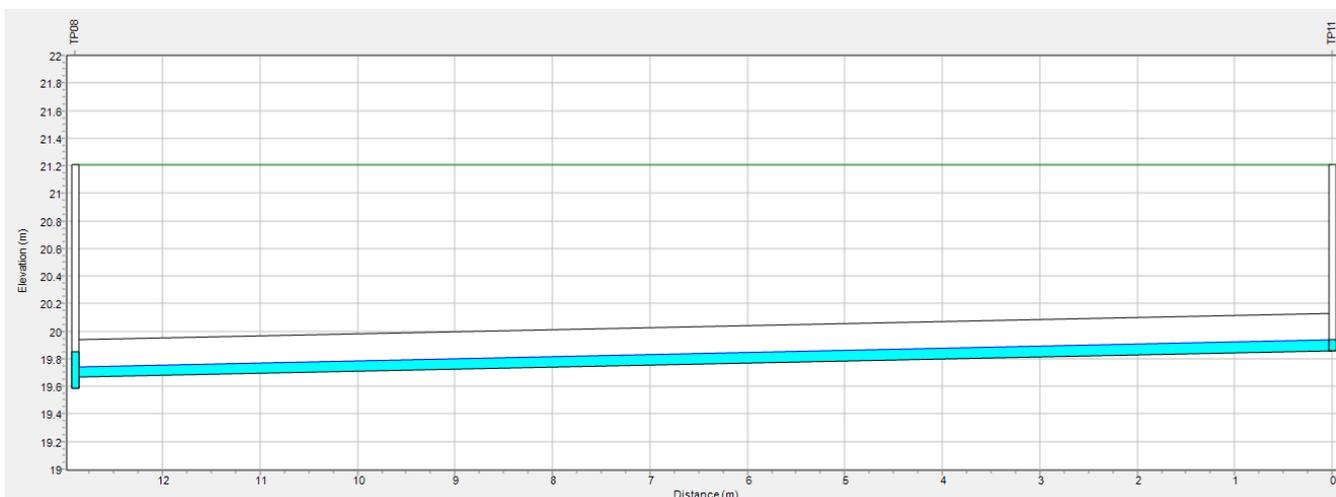


Figura 9-62 - Tratti TP11, TP08

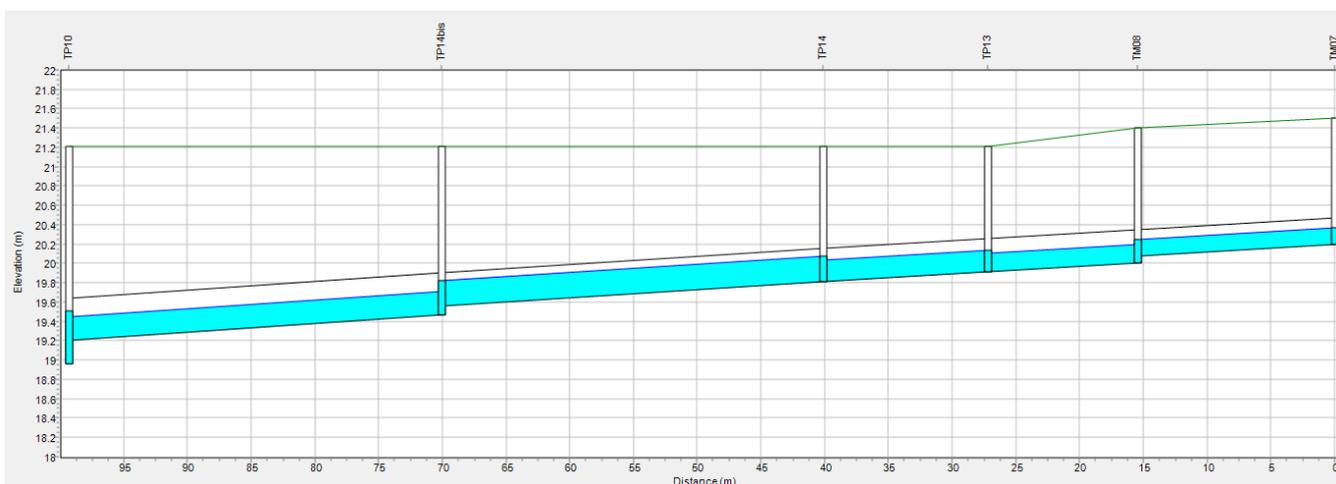


Figura 9-63 - Tratti TP07, TP08, TP13, TP14, TP14 bis, TP10

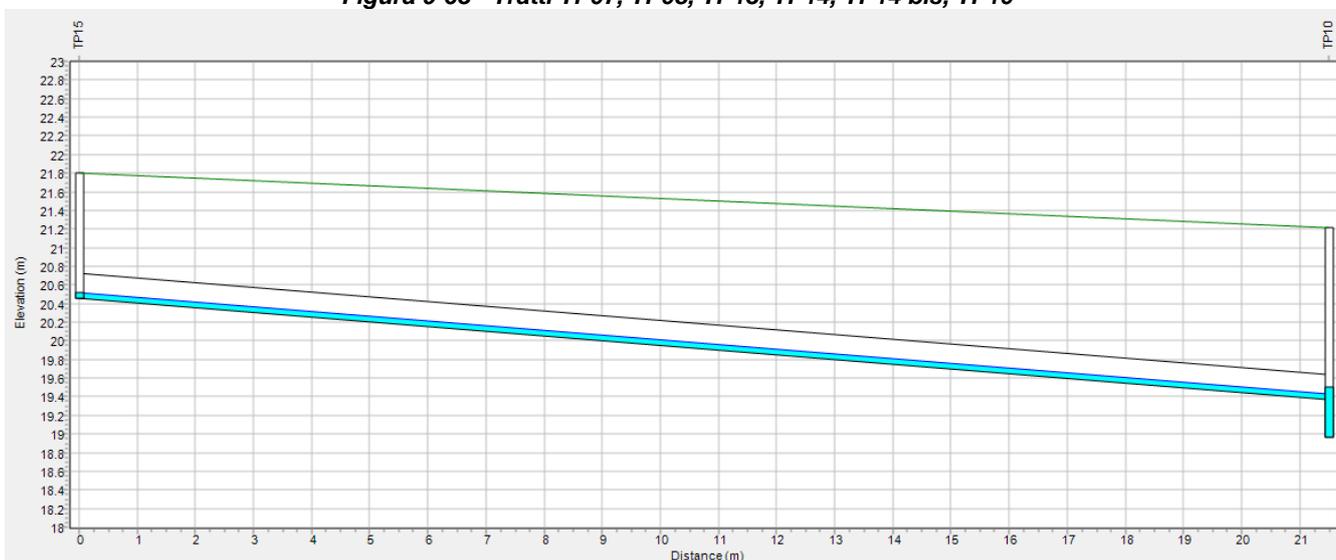


Figura 9-64 - Tratti TP15, TP10

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni					
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	119 DI 125

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
TP01	TP02	24,20	1,34	315	0,272	0,032	0,10	36,76	1,66
TP02	TP03	42,00	1,41	400	0,347	0,132	0,19	54,76	2,43
TP03	TP04	42,00	1,38	500	0,433	0,229	0,24	55,43	2,77
TP04	TP05	40,00	1,39	500	0,433	0,28	0,27	62,36	2,91
TP05	TP06	11,80	1,64	630	0,535	0,358	0,26	48,60	3,3
TP06	Vasca	8,40	0,48	1000	0,852	0,846	0,48	56,34	2,57
TP07	TP08	32,20	0,73	315	0,272	0,048	0,15	55,15	1,48
TP08	TP09	18,00	0,8	400	0,347	0,152	0,26	74,93	1,99
TP09	TP10	17,90	0,87	500	0,433	0,257	0,30	69,28	2,36
TP10	TP06	20,30	0,33	800	0,678	0,488	0,45	66,37	1,93
TP11	TP08	12,90	1,51	315	0,272	0,02	0,08	29,41	1,52
TP12	TP09	28,40	1,19	315	0,272	0,05	0,13	47,79	1,79
TP13	TP14	12,90	0,78	400	0,347	0,124	0,23	66,28	1,9
TP14	TP14bis	30,00	0,85	400	0,347	0,159	0,27	77,81	2,05
TP14bis	TP10	29,20	0,91	500	0,433	0,194	0,24	55,43	2,27
TP15	TP10	21,50	5,09	315	0,272	0,024	0,06	22,06	2,47
TP16	TP17	20,50	1,71	315	0,272	0,027	0,09	33,09	1,73
TP17	TP18	41,60	1,62	315	0,272	0,091	0,17	62,50	2,32
TP18	TP19	41,60	1,72	400	0,347	0,149	0,20	57,64	2,7
TP19	TP20	13,50	1,81	500	0,433	0,296	0,26	60,05	3,26
TP20	Vasca	9,00	0,67	800	0,678	0,682	0,44	64,90	2,75
TP21	TP22	16,50	1,82	315	0,272	0,025	0,08	29,41	1,73
TP22	TP23	32,80	1,6	315	0,272	0,092	0,18	66,18	2,31
TP23	TP19	32,80	3,05	400	0,347	0,132	0,15	43,23	3,25
TP24	TP20	17,90	3,21	500	0,433	0,382	0,25	57,74	4,31
TM01	TM02	36,20	1,52	315	0,272	0,054	0,13	47,79	2
TM02	TP05	14,30	3,2	315	0,272	0,078	0,13	47,79	2,9
TM03	TM04	20,10	1,69	315	0,272	0,037	0,10	36,76	1,88
TM04	TP09	16,30	1,83	315	0,272	0,055	0,12	44,12	2,16
TM05	TP08	11,20	4,15	315	0,272	0,084	0,12	44,12	3,26
TM06	TM05	35,20	1,36	315	0,272	0,063	0,15	55,15	2
TM07	TM08	15,50	0,81	315	0,272	0,063	0,17	62,50	1,63
TM08	TP13	11,70	0,77	400	0,347	0,103	0,20	57,64	1,82

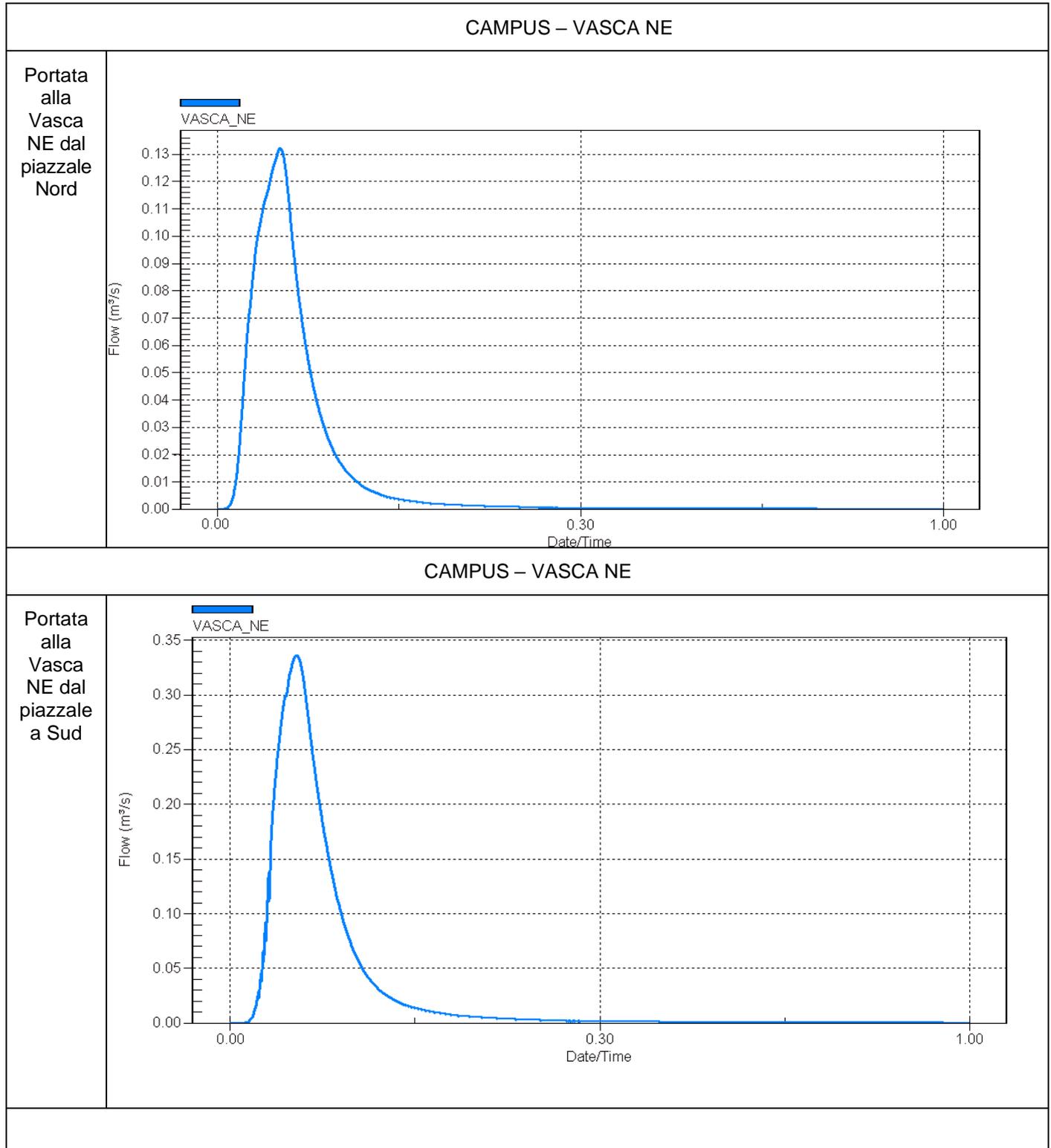
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	120 DI 125

TABELLA TRATTI									
Nodo iniziale	Nodo finale	Lunghezza tratto	Pendenza	Diametro nominale	Diametro interno	Portata	Tirante	Grado di riempimento	Velocità
		[m]	%	[mm]	[m]	[mc/s]	[h]	%	[m/s]
TV801	TV802	50,00	4,1	315	0,272	0,053	0,10	36,76	2,87
TV802	TV803	50,12	7,47	315	0,272	0,095	0,11	40,44	4,18
TV803	TV804	50,00	1,46	400	0,347	0,127	0,19	54,76	2,44
TV804	TV805	31,50	1,54	400	0,347	0,229	0,28	80,69	2,77
TV805	TV806	50,00	1,96	500	0,433	0,311	0,26	60,05	3,4
TV806	TP24	49,40	1,98	500	0,433	0,363	0,29	66,97	3,53

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 121 DI 125

10 APPENDICE 2: IDROGRAMMI AFFERENTI ALLE VASCHE

10.1 Fermata Campus



APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
Mandataria: Mandante:
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

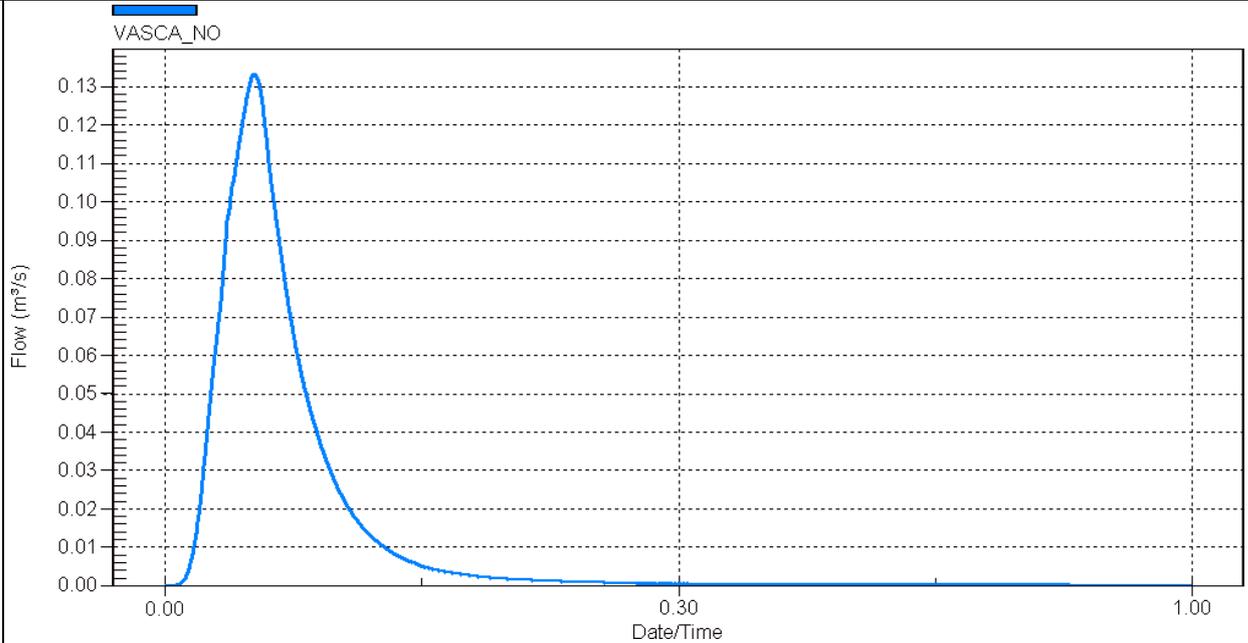
TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:
Relazione idrologico-idraulica stazioni

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	122 DI 125

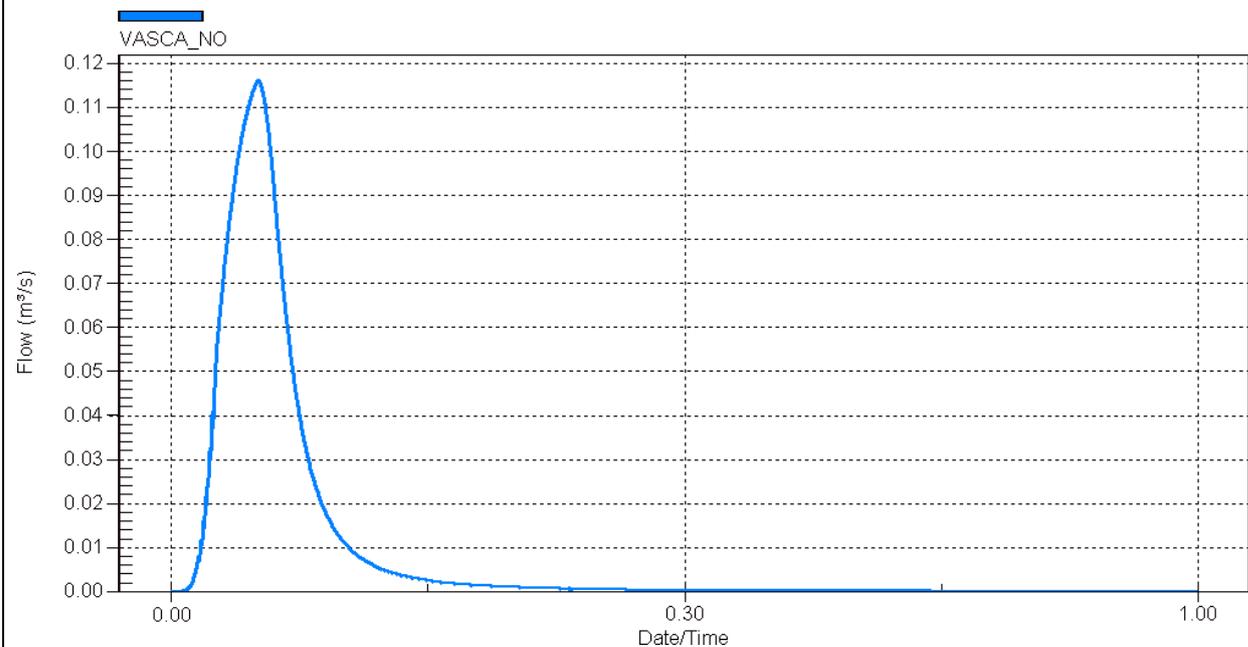
CAMPUS – VASCA NO

Portata
alla
Vasca
NO dal
piazzale
a Nord



CAMPUS – VASCA NO

Portata
alla
Vasca
NO dal
piazzale
a Sud



CAMPUS – VASCA SE

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria: Mandante:

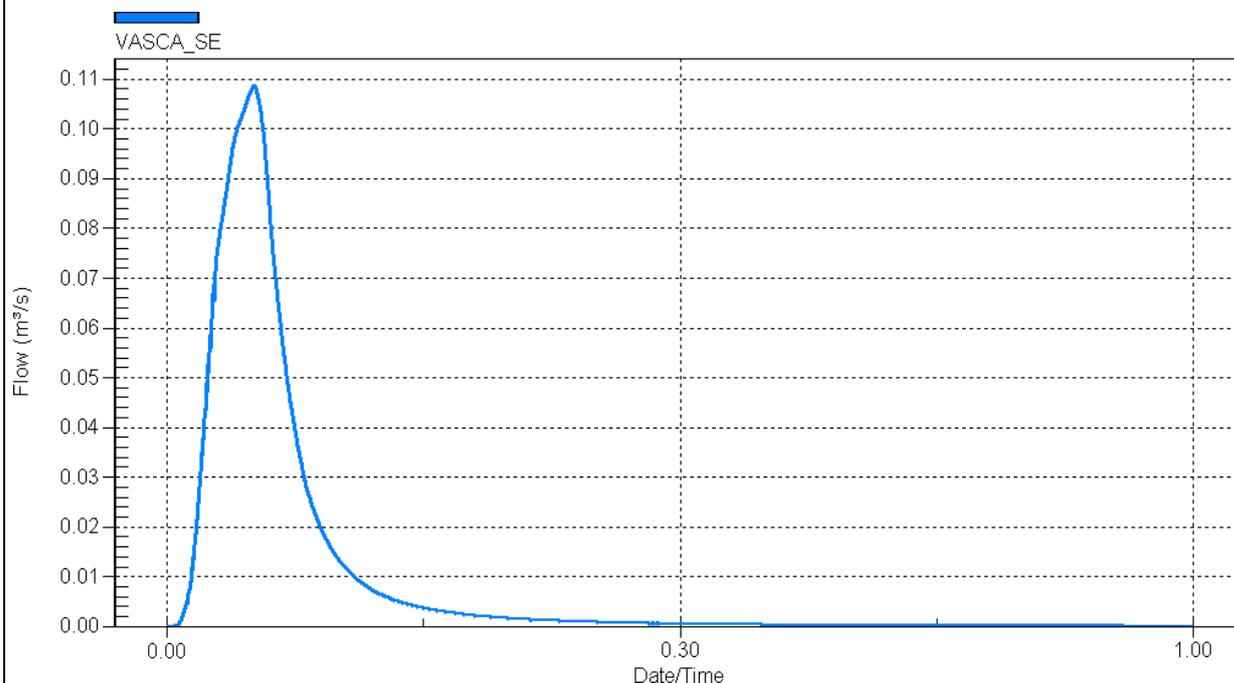
RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RI	ID0002 003	C	123 DI 125

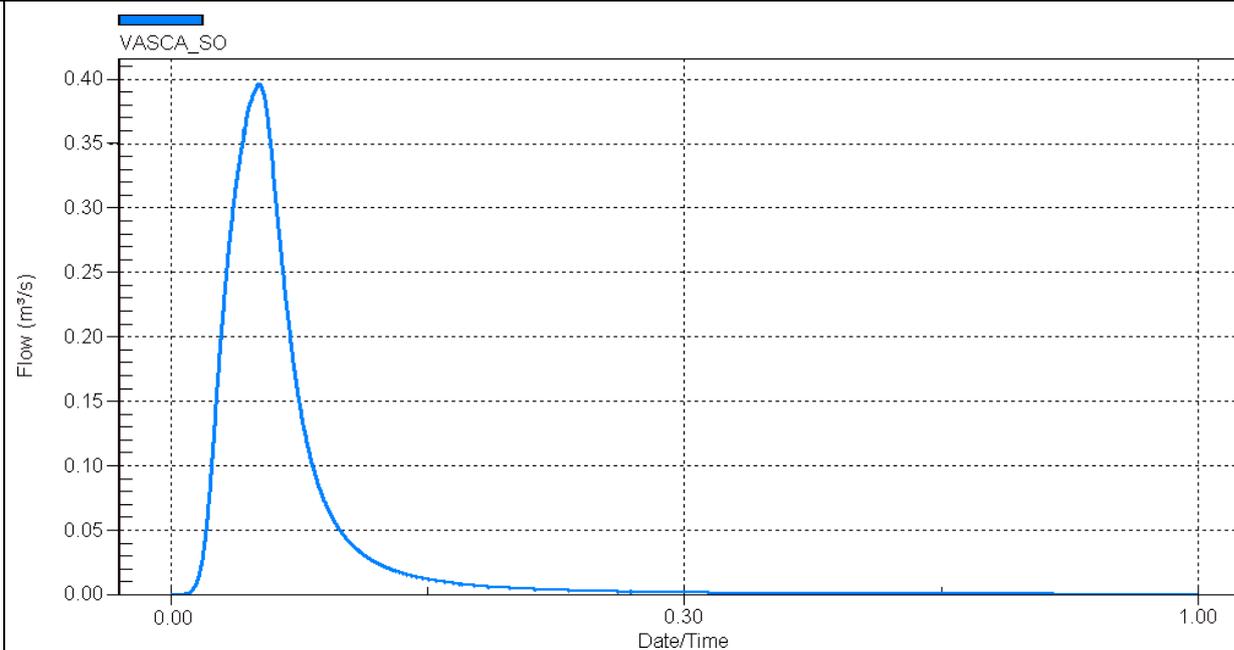
Relazione idrologico-idraulica stazioni

Portata
alla
Vasca
SE



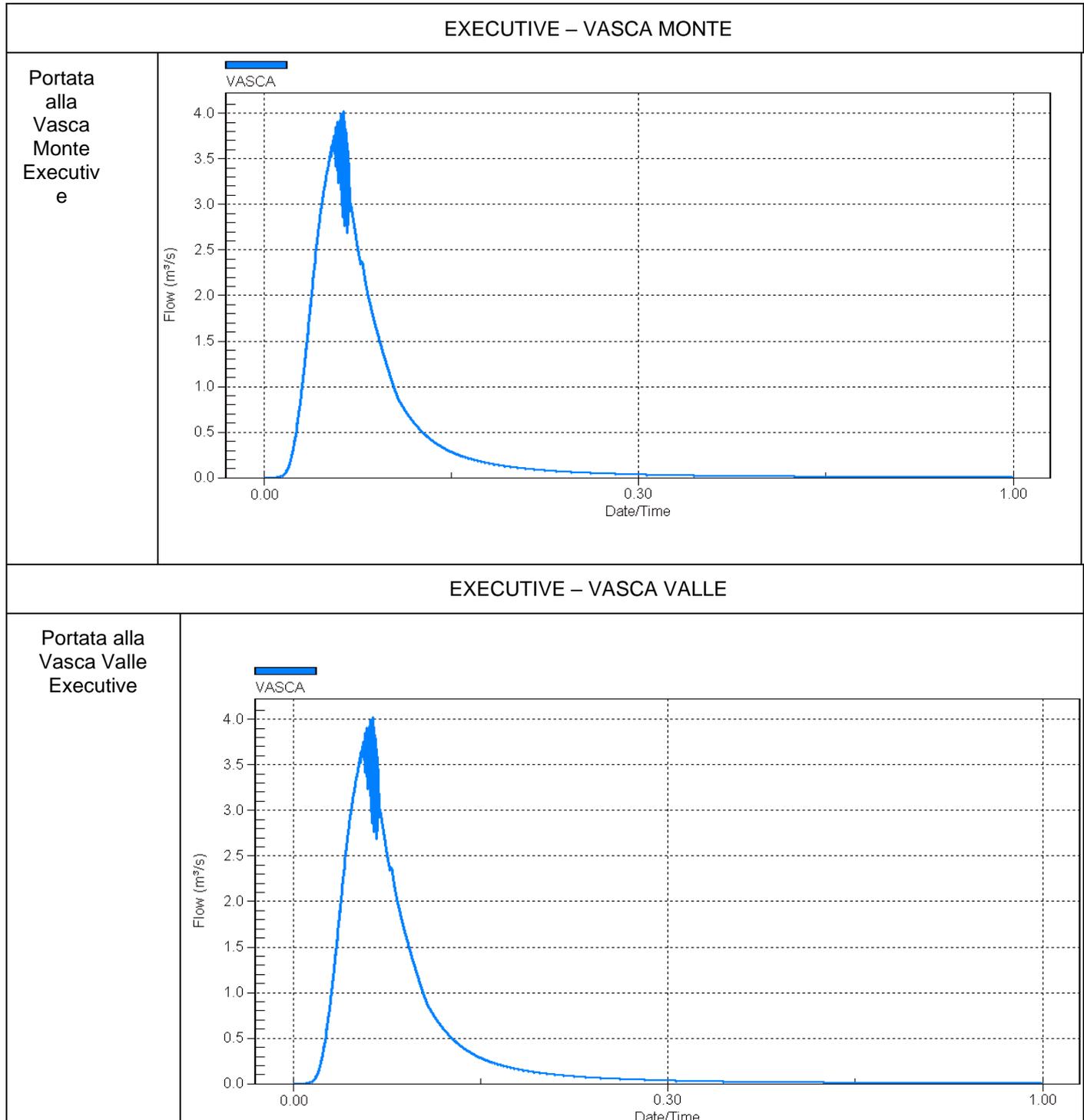
CAMPUS – VASCA SO

Portata
alla
Vasca
SO dal
piazzale
ad Est



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 124 DI 125

10.2 Stazione Executive



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione idrologico-idraulica stazioni	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. C	FOGLIO 125 DI 125

10.3 Stazione Triggiano

