

HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

PROGETTO ESECUTIVO

oggetto BANCHINE
BANCHINA N - NUOVO TERMINAL CONTAINER
RELAZIONE IDRAULICA - BANCHINA "N"

file
1114-E-BAN-IDR-RT-01-0.doc

codice
1114-E-BAN-IDR-RT-01-0

scala
-

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	28/07/2021	Emissione per approvazione	L. De Benetti	L. Masiero	T. Tassi

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis** _____

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani** _____

committente _____



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale
Via Antico Squero, 31
48122 Ravenna

contraente generale _____



Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma

**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**



**Dredging
International**

DEME - Dredging International NV
Haven 1025 - Scheldedijk 30
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti _____



Technital S.p.A.
Via Carlo Cattaneo, 20
37121 Verona

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Busola



F&M Ingegneria SpA
Via Belvedere 8/10
30035 Mirano (VE)

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl
Via Filangieri 11
80121 Napoli

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano

PROGETTO ESECUTIVO

BANCHINE

Relazione idraulica – Banchina “N”

28 Luglio 2021

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**
ingegneria

F&M
ingegneria

SISPI
engineering

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
3	VERIFICA DELLA RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLA ACQUE METEORICHE .	6
3.1	IDROLOGIA	6
3.1.1	ANALISI PRECIPITAZIONI	6
3.2	CRITERI DI PROGETTO	9
3.3	IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE CON MODELLO NUMERICO	10
3.3.1	MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI	10
3.3.2	TEMPO DI PICCO	12
3.3.3	BACINI DI RIFERIMENTO	13
3.3.4	RETE FOGNARIA	15
3.4	VERIFICA DELLE RETI	18
3.4.1	RETE BANCHINA N1	18
3.4.2	RETE BANCHINA N2 NORD	19
3.4.3	RETE BANCHINA N2 SUD	21
3.4.4	TABELLE RISULTATI.....	23
4	DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	26
5	CONCLUSIONI	27
6	ALLEGATO 1 – IDROGRAMMI BACINO N1, N2-NORD, N2-SUD	28
7	ALLEGATO 2 – PROFILI IDRAULICI PRINCIPALI DEI BACINI N1, N2-NORD, N2-SUD	32

1 PREMESSA

Il Piano Regolatore Portuale 2007 del porto di Ravenna, acquisito il parere del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici con voto n. 129 del 29.10.2008 e la Valutazione Ambientale Strategica con delibera della giunta regionale Emilia-Romagna n. 14796 del 12.10.2009, è stato approvato con delibera di Giunta provinciale n. 3 del 03.12.2010 in virtù della delega conferita a tale Ente dalla Legge Regionale n. 3 del 21.04.1999 “Riforma del sistema regionale e locale”.

Successivamente, in data 19.03.2010, è stata attivata presso il Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare e gli altri Enti competenti la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale delle opere previste in Piano, che è proseguita con le pubblicazioni di legge ed il parere favorevole di compatibilità ambientale della Commissione Tecnica per la Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS in data 17.06.2011. Il Decreto congiunto di V.I.A. del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e del Ministro per i Beni e le Attività Culturali n. 6 del 20.01.2012 ha sancito la compatibilità ambientale del P.R.P. 2007 per l’attuazione delle opere connesse nel rispetto di alcune condizioni e prescrizioni.

Il Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto col Ministro dei Beni e delle attività Culturali e del Turismo, con decreto n. 215 del 07.08.2017 ha prorogato per dieci anni a decorrere dalla data di scadenza, i termini di validità del Decreto di compatibilità ambientale prot. DVA-DEC-2012-6 del 20 gennaio 2012 relativo al “Piano Regolatore Portuale – Attuazione delle opere connesse” del Porto di Ravenna, ovvero sino al 18 maggio 2027.

L’Autorità di Sistema Portuale ha sviluppato il progetto preliminare di “Approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e utilizzo materiale estratto in attuazione al P.R.P. vigente 2007”, istruito dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in quattro stralci consecutivi ma singolarmente funzionali, ed approvato dal C.I.P.E. con delibera n. n. 98 del 26 ottobre 2012 (G.U.R.I. n. 136 del 12 giugno 2013) per i primi due.

Il Porto di Ravenna è costituito da un canale principale, Candiano, e due secondari, Baiona a Piombone. Nel complesso sono attualmente presenti 24 km di banchine disponibili, di cui 18.5 km operative. Le merci trattate dai terminalisti privati sono principalmente rinfuse, liquidi, container.

A seguito delle analisi del traffico e degli scenari futuri, il PRP del 2007 ha fissato come priorità per lo sviluppo del Porto l’approfondimento dei fondali per permettere l’ingresso di navi di dimensioni maggiori rispetto alle attuali, oltre alla realizzazione di un nuovo Terminal Container.

Le opere dei primi due stralci, oggetto del presente progetto, consistono nella realizzazione del nuovo Terminal Container e in un primo step di approfondimento dei fondali, oltre al conseguente adeguamento strutturale di parte delle banchine esistenti. Nelle aree limitrofe al porto verranno acquisiti al Pubblico Demanio Marittimo alcune aree che saranno anche oggetto di destino di parte del materiale dragato prima della realizzazione delle aree logistiche vere e proprie.

La seguente relazione ha per oggetto il dimensionamento e la verifica delle reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche delle banchine N1 e N2, compreso le vasche di prima pioggia, con i criteri di progetto utilizzati nel Progetto Definitivo.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nell'ambito dell'intervento in esame è compresa la progettazione esecutiva di un nuovo banchinamento denominato Futuro Terminal Containers, in corrispondenza dell'area denominata Trattaroli Destra. Il fronte interessato dalla costruzione del nuovo accosto, da adibire alla movimentazione di containers, si estende per un tratto di circa 685 m di lunghezza, sino al termine della penisola Trattaroli, con un risvolto di ulteriori 75 m circa.

La nuova opera rappresenta la prosecuzione del tratto di banchina realizzato nel 2007-2008, con alcune differenti prestazioni inerenti l'aumentata quota del piano di banchina (da +2,50 a +3,50 m su l.m.m.), l'idoneità ad un fondale operativo di -14,50 m da l.m.m. (-15,00 m da l.m.m. come fondale di calcolo), la predisposizione all'utilizzo di una gru di banchina con scartamento 19 m anziché 30,48 m.

Considerando le prestazioni richieste, il quadro geologico-geotecnico, le soluzioni strutturali oggi disponibili sul mercato nonché le tipologie che hanno mostrato un buon comportamento nel porto di Ravenna, si osserva che:

- terreni sono idonei per la realizzazione di opere di sostegno flessibili, come i palancoati metallici, di rapida esecuzione e caratterizzati da un buon compromesso tra flessibilità e resistenza (elemento positivo in terreni compressibili);
- la progettazione e la realizzazione di tiranti di ancoraggio di grandi prestazioni va curata con attenzione, in quanto i terreni superficiali hanno modeste caratteristiche meccaniche;
- qualche attenzione va prestata ai cedimenti per consolidazione specialmente in aree che non hanno mai subito carichi di superficie;
- il terminal deve ospitare delle gru su rotaia, macchine che scaricano grandi azioni verticali concentrate lungo le vie di corsa;
- le analisi di suscettività alla liquefazione dei terreni presenti hanno individuato un rischio non trascurabile per il deposito sabbioso superficiale.

La soluzione scelta per realizzare la sezione corrente del Nuovo Terminal consiste quindi in una struttura composita e specializzata costituita da un robusto palancoato metallico lato mare per sostenere la spinta delle terre, da due allineamenti di pali di grande diametro (uno a ridosso del palancoato ed uno a terra) per fondare le vie di corsa della gru su rotaia e da ancoraggi a bulbo iniettato tipo IRS per offrire opportuno vincolo sommitale alla banchina.

La sezione corrente del banchinamento è stata modificata in prossimità della sommità del terminal in modo da realizzare un risvolto con strutture non interferenti con quelle correnti. Sono pertanto state esaminate altre due sezioni strutturali in corrispondenza della sommità denominate sezione di testata lato Canale Candiano e sezione di testata lato Nord.

La figura seguente mostra una planimetria schematica con l'ubicazione della nuova banchina denominata "N2" e quella esistente, oggetto di sopraelevazione, denominata "N1".

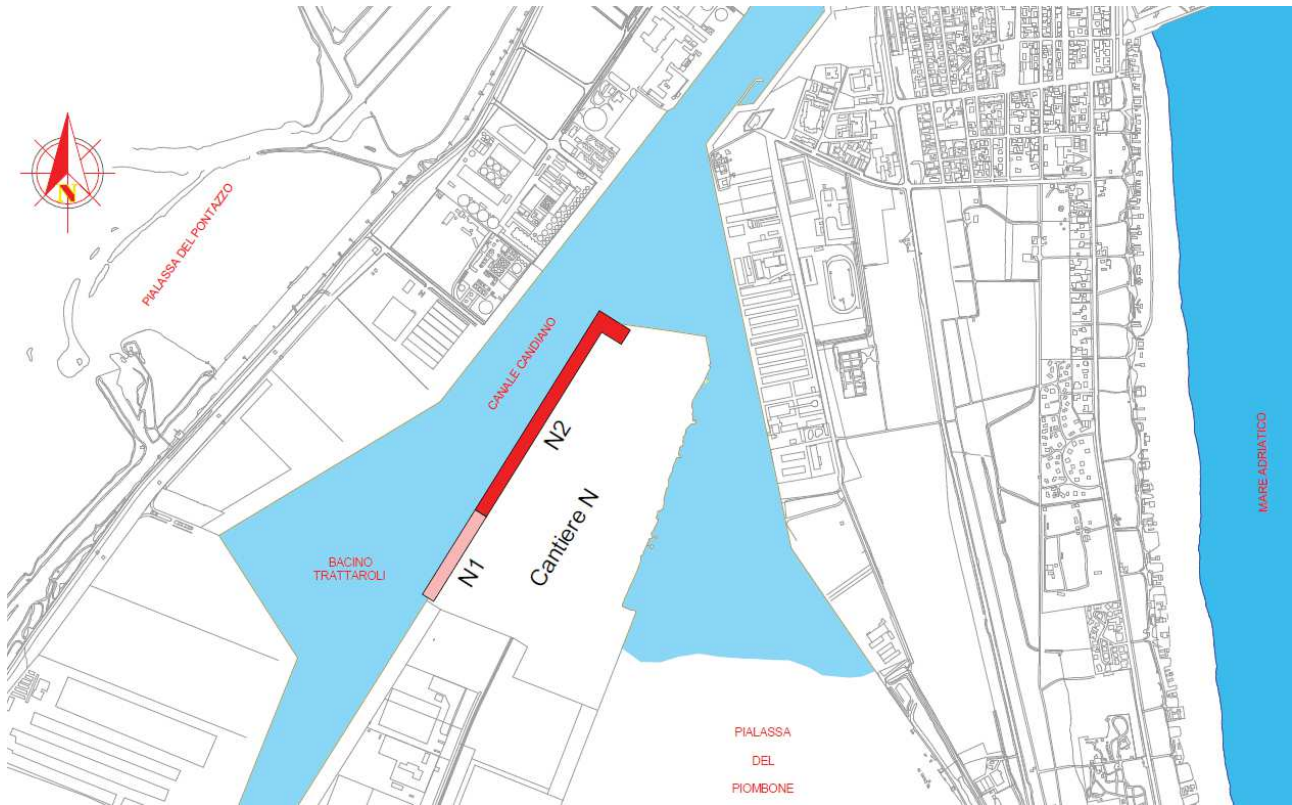


Figura 1 – Schema planimetrico delle banchine oggetto di intervento

3 VERIFICA DELLA RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLA ACQUE METEORICHE

Nei paragrafi a seguire è riportata la verifica della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche delle banchine oggetto di intervento e in particolare:

- Banchina N1 esistente: intervento di sopraelevazione della banchina con realizzazione della rete fognaria secondaria e mantenimento in esercizio della rete principale e della vasca di prima pioggia;
- Banchina N2; nuova realizzazione compreso l'intera rete fognaria e una vasca di prima pioggia a servizio della zona nord della nuova banchina.

3.1 IDROLOGIA

Le ipotesi idrologiche per il presente progetto esecutivo riprendono le analisi effettuate nel progetto definitivo.

3.1.1 Analisi precipitazioni

Per lo studio idrologico sono stati utilizzati i dati di pioggia relativi alla stazione pluviometrica di Marina di Ravenna (3 m.l.m.). Lo schema di calcolo adottato per valutare la portata delle acque meteoriche da raccogliere e allontanare dalla banchina si basa sull'elaborazione dei dati pluviometrici con il metodo statistico-probabilistico di Gumbel.

L'equazione di possibilità pluviometrica derivata dal metodo di Gumbel assume l'espressione:

$$h = a t^n$$

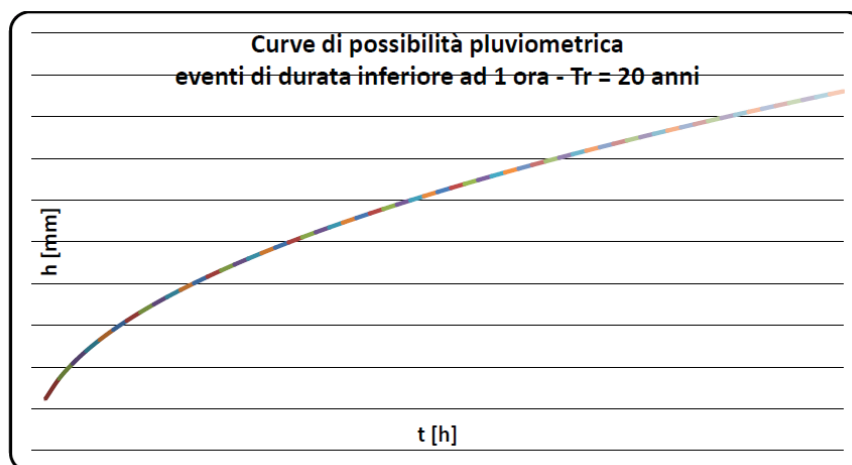
dove:

- "h" rappresenta l'altezza di precipitazione in mm
- "a" e "n" sono i parametri legati alle caratteristiche pluviometriche dell'area in esame
- "t" è la durata della precipitazione in ore.
- Per la stazione di Marina di Ravenna sono disponibili i seguenti campioni di dati:
- "Precipitazioni di notevole intensità e breve durata" valori delle piogge massime annuali di durata 15, 30 e 45 minuti registrati nel periodo di osservazione di 20 anni dal 1997 al 2016.

TABELLA 1			
PRECIPITAZIONI DI NOTEVOLE INTENSITA' E BREVE DURATA REGISTRATE AL PLUVIOGRAFO			
Bacino Canale Corsini - Stazione di Marina di Ravenna			
Piogge massime annuali di durata 15-30-45 minuti			
Anno	Intervallo di minuti		
	15	30	45
	[mm]	[mm]	[mm]
1997	13,4	18,6	21,2
1998	15,0	20,2	31,8
1999	15,0	27,0	32,6
2000	7,8	9,6	10,0
2001	9,6	17,0	23,2
2002	11,6	17,2	22,8
2003	12,6	15,8	19,2

2004	13,0	20,0	20,4
2005	8,0	13,2	17,8
2006	»	»	»
2007	10,8	14,4	15,8
2008	16,2	25,4	35,6
2009	13,4	13,4	13,4
2010	13,0	17,8	18,2
2011	10,6	11,6	13,4
2012	13,2	17,2	21,0
2013	20,0	31,0	38,2
2014	19,2	29,6	41,0
2015	12,0	12,4	15,0
2016	18,6	25,6	34,8

L'elaborazione del campione di dati di precipitazioni di breve durata ha fornito la seguente "curva di possibilità pluviometrica" per un tempo di ritorno T_r pari a 20 anni:



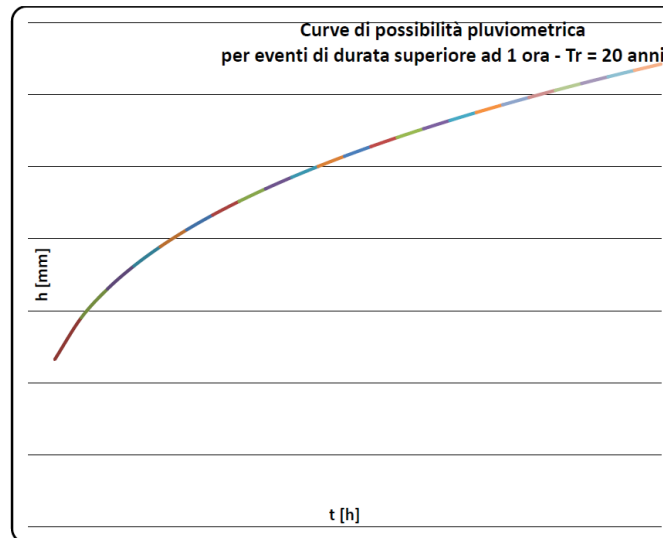
$$h = 43.03 t^{0.48}$$

"Precipitazioni di massima intensità" valori delle piogge massime annuali di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrati nel periodo di osservazione di 20 anni dal 1997 al 2016.

TABELLA 2 PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITA' REGISTRATE AL PLUVIOGRAFO Bacino Canale Corsini - Stazione di Marina di Ravenna Piogge massime annuali di durata 1-3-6-12-24 ore					
Anno	Intervallo di ore				
	1	3	6	12	24
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]

1997	22,8	41,4	45,2	48,2	66,0
1998	36,0	69,6	90,0	93,4	109,2
1999	36,0	58,6	103,8	110,2	163,8
2000	12,4	19,6	35,0	41,4	43,2
2001	28,8	50,8	50,8	50,8	54,0
2002	28,6	33,2	34,2	35,4	44,8
2003	22,0	25,0	28,8	35,0	44,4
2004	21,0	21,2	34,0	37,8	44,0
2005	20,2	31,2	48,4	85,2	135,4
2006	9,6	21,4	32,0	39,2	42,4
2007	16,2	30,4	47,4	49,4	63,6
2008	45,0	49,6	49,6	57,8	57,8
2009	15,0	24,4	41,6	58,0	67,8
2010	18,8	30,0	30,4	51,0	75,6
2011	14,8	18,6	23,2	34,0	38,8
2012	24,6	40,4	58,4	58,4	58,4
2013	41,8	72,2	78,2	92,6	107,0
2014	41,2	44,6	44,6	44,6	50,8
2015	17,8	31,2	43,2	62,4	72,4
2016	39,0	44,4	52,2	65,6	62,8

L'elaborazione del campione di dati di precipitazioni di massima intensità in tabella ha fornito la seguente "curva di possibilità pluviometrica" per un tempo di ritorno T_r pari a 20 anni:



$$h = 46,45t^{0.32}$$

La retta rappresentativa dei tempi inferiori all'ora è stata ottenuta imponendo la congruenza nel punto $t = 1$ ora, $h = a$ (dove "a" è il parametro della curva di possibilità pluviometrica ottenuto per $t \geq 1$ ora) e assegnandole un coefficiente angolare pari a quello della retta di interpolazione dei dati per $t < 1$ ora raccolti. Di conseguenza l'equazione della curva di possibilità pluviometrica da considerare nel dimensionamento del sistema di drenaggio per un tempo di ritorno $Tr = 20$ anni risulta essere, a favore di sicurezza, la seguente:

$$h = 46,45t^{0.50}$$

3.2 CRITERI DI PROGETTO

La rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche delle banchine oggetto di intervento è stata verificata sulla base dei seguenti criteri di progetto:

- Tempo di ritorno dell'evento meteorico considerato = 20 anni;
- Reti fognarie di nuova realizzazione; funzionamento a gravità con un grado di riempimento non superiore a 0,85
- Reti fognarie esistenti: funzionamento a gravità/pressione con un livello piezometrico avente un franco idraulico pari a 1.0 rispetto al piano finito della banchina;
- Coefficiente di deflusso = 0,9;
- Tempo di pioggia = tempo di corrivazione della sezione di chiusura dell'intero bacino di riferimento (come da Progetto Definitivo):
 - Banchina N2, rete nord = 9 minuti;
 - Banchina N2, rete sud = 8 minuti;
 - Banchina N1 = 8 minuti.
- Banchina N2: rete di nuova realizzazione con le seguenti tipologie di condotte:
 - condotte secondarie in PEAD DI 200 mm con pendenza 1%
 - condotte principali in PEAD DI 500-600-800 con pendenza 0.2%;
- Banchina N1: rete secondaria di nuova realizzazione e rete principale esistente compreso la vasca di prima pioggia:
 - condotte secondarie in PEAD DI 200 mm con pendenza 1%

- condotte principali in C.A.V. esistenti DI 400-500-600 mm con pendenza variabile (calcolata in base al rilievo effettuato);
- Coefficiente di scabrezza delle condotte:
 - PEAD = 90 m^{1/3}/s;
 - Cemento = 85 m^{1/3}/s

3.3 IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE CON MODELLO NUMERICO

Per una verifica completa della rete si ritiene di utilizzare un modello numerico che permetta di analizzare nel suo complesso il comportamento della rete in diversi istanti temporali e con diversi eventi. Il modello riprende le medesime condizioni iniziali usate per il pre dimensionamento oltre che la medesima rete.

I calcoli idraulici sono stati sviluppati attraverso l'utilizzo del modello MIKE URBAN +, di cui si dà in seguito breve trattazione teorica. I dati di input e le caratterizzazioni dei bacini e della rete è indicata nei seguenti paragrafi. L'utilizzo del modello ha permesso di verificare l'entità delle aree oggetto di allagamento e calcolare l'andamento delle portate per un determinato evento di precipitazione.

Il software utilizzato è Mike Urban, sviluppato dal DHI (Danish Hydraulic Institute, <https://www.dhigroup.com/>) appositamente per lo studio monodimensionale delle reti di drenaggio e collettamento di reflui in ambiente urbano.

E' indicato per la progettazione (dimensionamento e/o verifica) sia di reti di condotte in pressione che a pelo libero, ovvero di sistemi misti. E' possibile simulare il deflusso non solo sotto le classiche ipotesi di moto uniforme, tipiche del dimensionamento, ma anche in condizioni stazionarie o di moto vario. E' possibile, infine, inserire all'interno delle reti una grande varietà di manufatti e opere quali impianti di sollevamento, sifoni, sfioratori, paratoie (...) e di valutarne l'effetto sullo schema progettuale, potendo confrontare diversi scenari fra loro, al variare delle caratteristiche degli elementi che lo compongono o delle condizioni al contorno.

Per la simulazione dei sistemi di raccolta, il software utilizza il codice numerico MOUSE (acronimo di Model for Urban Sewers), il quale stima i parametri idrodinamici della corrente attraverso la risoluzione delle equazioni monodimensionali di acqua bassa, dette anche di De Saint-Venant. Questo modello, ricavato specificamente per le correnti a pelo libero, viene esteso, secondo alcune particolari ipotesi, anche allo studio del deflusso in pressione.

A partire, dunque, dalla definizione di opportune condizioni iniziali e condizioni al contorno, il modello permette di descrivere le correnti mediante una coppia di variabili indipendenti (es. velocità media e raggio idraulico) a partire dalle quali, nota la geometria dei collettori e la loro disposizione nello spazio, è possibile derivare tutte le altre grandezze del problema.

3.3.1 Modello afflussi deflussi

I meccanismi di scorrimento ed infiltrazione dell'acqua nel terreno, la cui conoscenza risulta indispensabile per la comprensione della risposta idrologica di un bacino agli eventi di precipitazione, sono descritti da equazioni di bilancio del contenuto medio dell'acqua nel suolo. Le ipotesi alla base della risoluzione di tali equazioni ed i metodi di calcolo caratterizzano i numerosi modelli di infiltrazione noti in letteratura idrologica e di estrema utilità per la descrizione dei meccanismi di scorrimento ed infiltrazione dell'acqua nel terreno.

È noto, infatti, che non tutto il volume piovuto su di un bacino si trasforma in deflusso superficiale: una parte è persa per evapotraspirazione, una parte è intercettata dalle piante, dagli avvallamenti del terreno e dalle pozze, una parte infine si infiltra nel suolo. Riguardo alla frazione infiltrata, che tra i termini di "perdita" è certamente il più importante durante un evento di pioggia.

Nel presente studio, si è utilizzato per la separazione degli afflussi il metodo proposto "Proportional Loss", che assume le perdite proporzionali la precipitazione definendo la precipitazione efficace con la seguente formula:

$$P_{excess} = a A_f P$$

Dove:

- a è il coefficiente di deflusso
- Af un coefficiente d'area
- P intensità di pioggia mm/h
- Pexcess intensità di pioggia efficace

Nel caso di studio, date che l'area risulta essere contenuta il coefficiente d'area è stato posto uguale all'unità, mentre il coefficiente di deflusso è stato definito pari a 0.9 per tutti i bacini, data la natura della superficie in base alle indicazioni della tabella:

Tipologia superficie	Coef. Di deflusso
Tetti metallici	0.95
Tetti a tegole	0.90
Tetti piani con rivestimento in cls	0.70-0.80
Tetti piani ricoperti in terra	0.30-0.40
Pavimentazioni asfaltate	0.85-0.9
Pavimentazioni in pietra	0.8-0.85
Massicciata in strade ordinarie	0.40-0.80
Strade in terra	0.40-0.60
Zone con ghiaia non compressa	0.15-0.25
Giardini	0-0.25
Boschi	0.10-0.30
Prati centrali di città completamente edificate	0.70-0.90
Quartieri con pochi spazi liberi	0.50-0.70
Quartieri con fabbricati radi	0.25-0.50
Tratti scoperti	0.10-0.30
Giardini e cimiteri	0.05-0.25
Terreni coltivati	0.20-0.60

A partire dalla curva di possibilità pluviometrica con TR=20 anni sono state definite le intensità di pioggia di durata 8-9 minuti e quindi i seguenti ietogrammi di progetto:

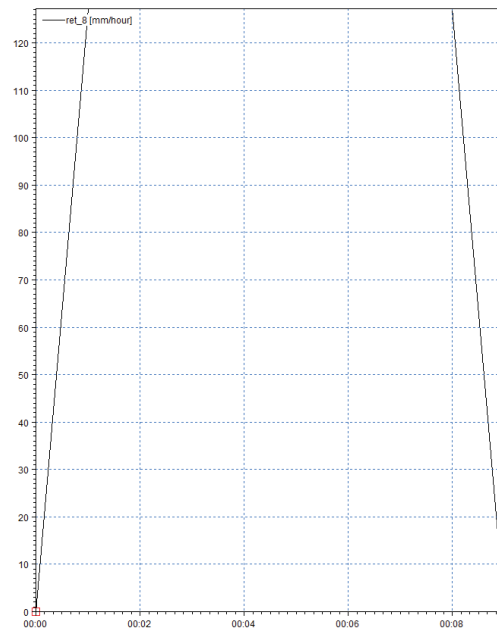


Figura 2 – Ietogramma di progetto $t_c=8$ minuti

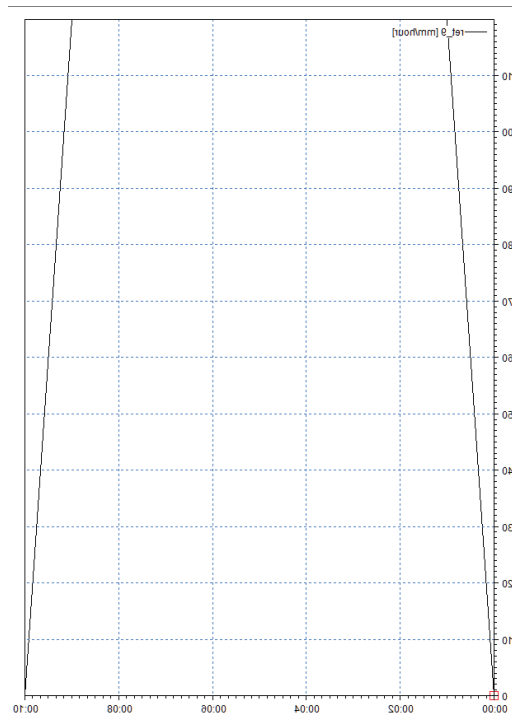


Figura 3 – Ietogramma di progetto $t_c=9$ minuti

3.3.2 Tempo di picco

L'idrogramma unitario di ogni singolo sotto-bacino è caratterizzato dalla durata della precipitazione e dal tempo di sfasamento denominato "Lag time". Quest'ultimo parametro è definito come differenza tra il tempo di picco dell'idrogramma e il tempo di picco dello Ietogramma.

Considerando come ipotesi un idrogramma unitario triangolare, si può definire la seguente relazione tra il tempo di precipitazione (t_p), il tempo di picco (T_p) e il tempo di sfasamento (t_l).

$$T_p = t_r/2 + t_l$$

Nelle ipotesi di progetto si sono considerate le caratteristiche geometriche del singolo bacino e utilizzata la seguente formula teorica proposta da SCS:

$$t_l = (L \cdot 3.28 \cdot 10^3)^{0.8} \cdot (100/CN - 9)^{0.7} / (1900 \cdot Y^{0.5})$$

Con:

- L = lunghezza del bacino in Km;
- CN = Curve Number;
- Y = pendenza media del bacino.

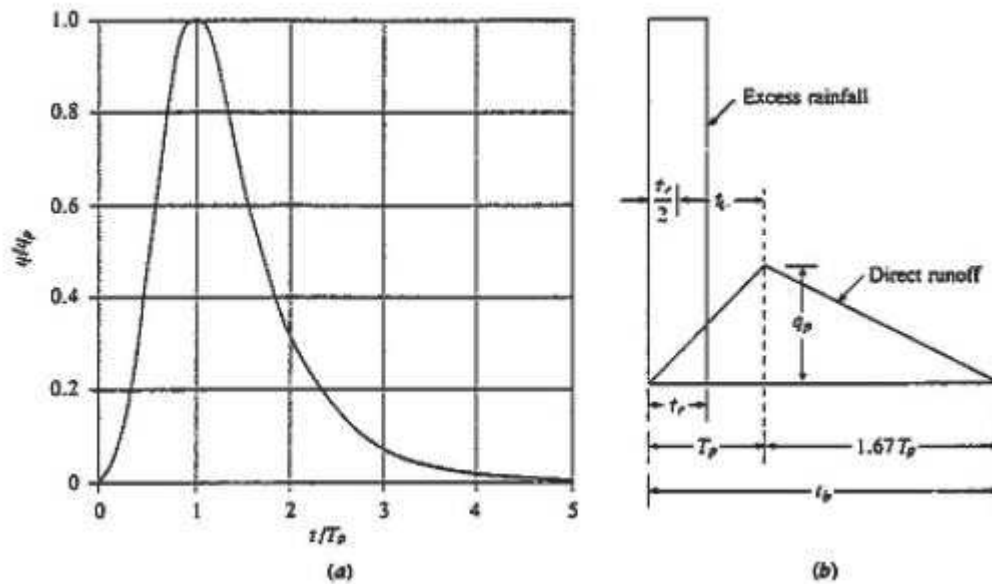


Figura 4 – Idrogramma tipico e relazione tra idrogramma unitario e ietogramma

3.3.3 Bacini di riferimento

La zona d'indagine è una banchina portuale, quindi caratterizzata da basse pendenze comprese tra 1% e il 2.4% ed aree confinate da un lato dal bordo banchina lato canale, dall'altro il limite è definito un sopralzo che coincide con il limite demaniale. All'interno di questi limiti, si sono suddivisi i bacini in base alla disposizione delle caditoie e delle pendenze trasversali. Un limite alla suddivisione dei bacini è definito dalle rotaie delle gru che operano in banchina, le quali creano delle discontinuità sulle pendenze.

Nella figura di seguito sono riportati il bacino della banchina N1 (colore giallo) e il bacino della banchina N2 (colore rosa).

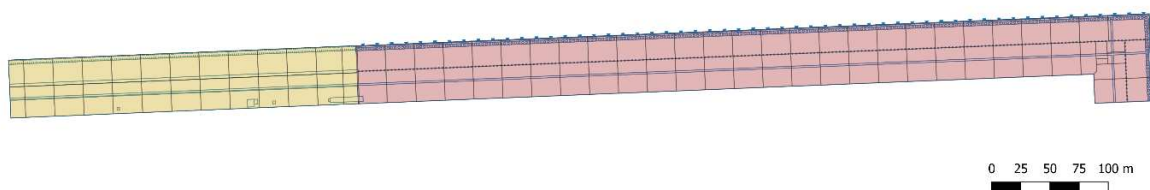


Figura 5 – Bacini delle banchine oggetto di intervento

In particolare il bacino della banchina N1 fa riferimento alla vasca di prima pioggia esistente ed ha una superficie complessiva di 14.868 m², con sottobacini di grandezza variabile in base alla disposizione delle caditoie e delle pendenze trasversali della banchina.

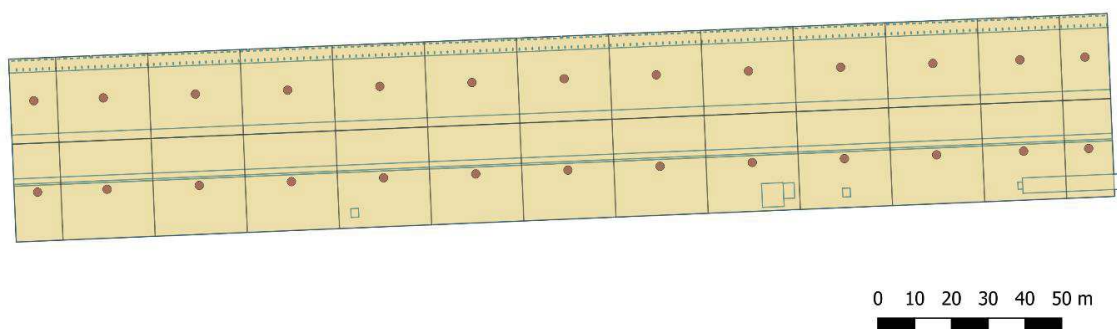


Figura 6 – Bacino della banchina N1

Il bacino della banchina N2 risulta suddiviso in n.2 macro-bacini:

- macro-bacino nord (N2-nord) con riferimento alla vasca di prima pioggia di nuova progettazione;
- macro-bacino sud (N2-sud) con riferimento alla vasca di prima pioggia esistente.

In particolare il macro-bacino N2-nord ha una superficie complessiva di 20.544 m², mentre il macro-bacino N2-sud ha una superficie complessiva di 14.993 m² entrambi con sottobacini di grandezza variabile.

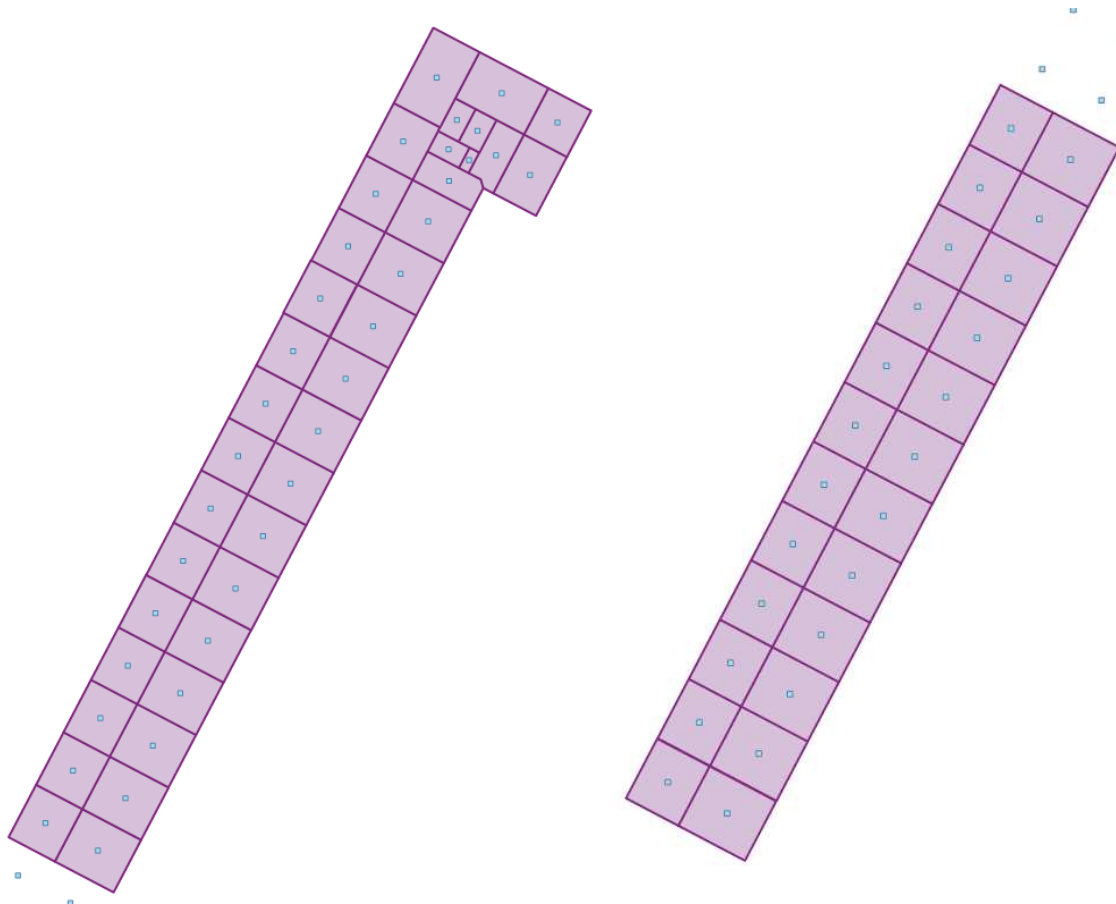


Figura 7 – Bacino della banchina N2 suddiviso nei 2 macro-bacini Nord e Sud

3.3.4 Rete fognaria

Nel modello numerico sono state implementate le reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche delle banchine N1 e N2 schematizzate come indicato nelle planimetrie di progetto e caratterizzate dai seguenti punti di recapito:

- bacino N1: vasca di prima pioggia esistente;
- bacino N2 nord: vasca di prima pioggia di nuova realizzazione;
- bacino N2 sud: vasca di prima pioggia esistente.

Le reti modellate comprendono anche i rami secondari (PEAD DI 200 mm) costituiti dalle tubazioni di collegamento tra le caditoie e i pozzetti della linea principale; in corrispondenza della vasca di prima pioggia è stata simulata anche la condotta di by-pass che si immette nella vasca di aspirazione dell'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia.

Rispetto al Progetto Definitivo sono state fatte le seguenti modifiche:

- minori pendenze delle tubazioni di nuova realizzazione al fine di evitare fenomeni di rigurgito derivanti dal riempimento della vasca di prima pioggia;
- eliminazione dello stramazzo presente tra la vasca di prima pioggia e l'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia al fine di evitare che sostanze in sospensione possano essere recapitate a mare;
- creazione di una tubazione di by-pass che, una volta riempita la vasca di prima pioggia, permetta il deflusso delle acque di seconda pioggia verso l'impianto di sollevamento e quindi allo scarico finale.

La rete sulla banchina N1 è una rete esistente composta da tubazioni in cemento di diversi diametri e lunghezze. La rete secondaria, di nuova realizzazione, è formata da tubazioni in PEAD Di 200 mm, mentre la rete principale è composta da tubazioni con diametri crescenti Di 400, Di 500 e Di 600 mm.

La rete secondaria ha una pendenza del 1%, mentre le pendenze della rete principale sono state calcolate con riferimento ai dati del rilievo effettuato in situ.

La condizione al contorno di valle (alla fine della tubazione di by-pass della vasca di prima pioggia) ipotizza lo scarico a luce libera alla fine della condotta che recapita all'interno dell'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia (rispetto alla quota di sommità della vasca di prima pioggia pari a 0,76 m s.l.m. è stata impostata, in corrispondenza del pozzetto di by-pass, una quota di fondo tubo pari a 0,90 m s.l.m.)

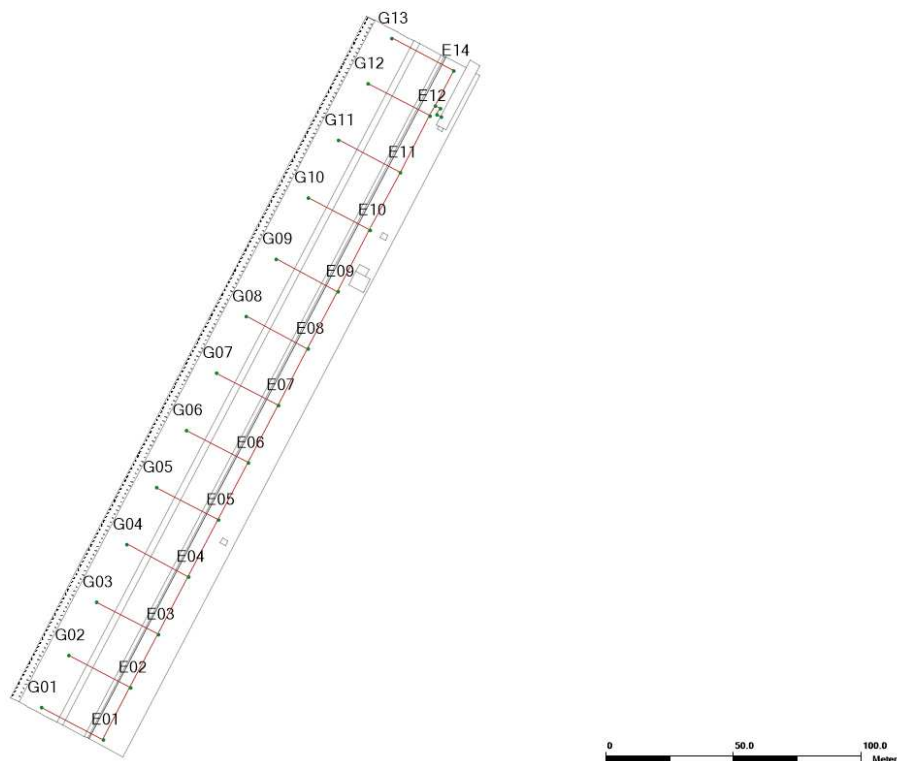


Figura 8 – Rete fognaria bacino N1

La rete sulla banchina N2 è composta da tubazioni in PEAD di diversi diametri e lunghezze. La rete secondaria è formata da tubazioni Di 200, mentre la rete principale è composta da diametri crescenti Di 500, Di 600 e Di 800 mm.

La rete secondaria ha una pendenza del 1%, mentre la rete principale del 0.2%.

La condizione al contorno di valle (alla fine della tubazione di by-pass della vasca di prima pioggia) ipotizza lo scarico a luce libera alla fine della condotta che recapita all'interno dell'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia (rispetto alla quota di sommità della vasca di prima pioggia pari a 0,76 m s.l.m. è stata impostata, in corrispondenza del pozzetto di by-pass, una quota di fondo tubo pari a 0,90 m s.l.m.)

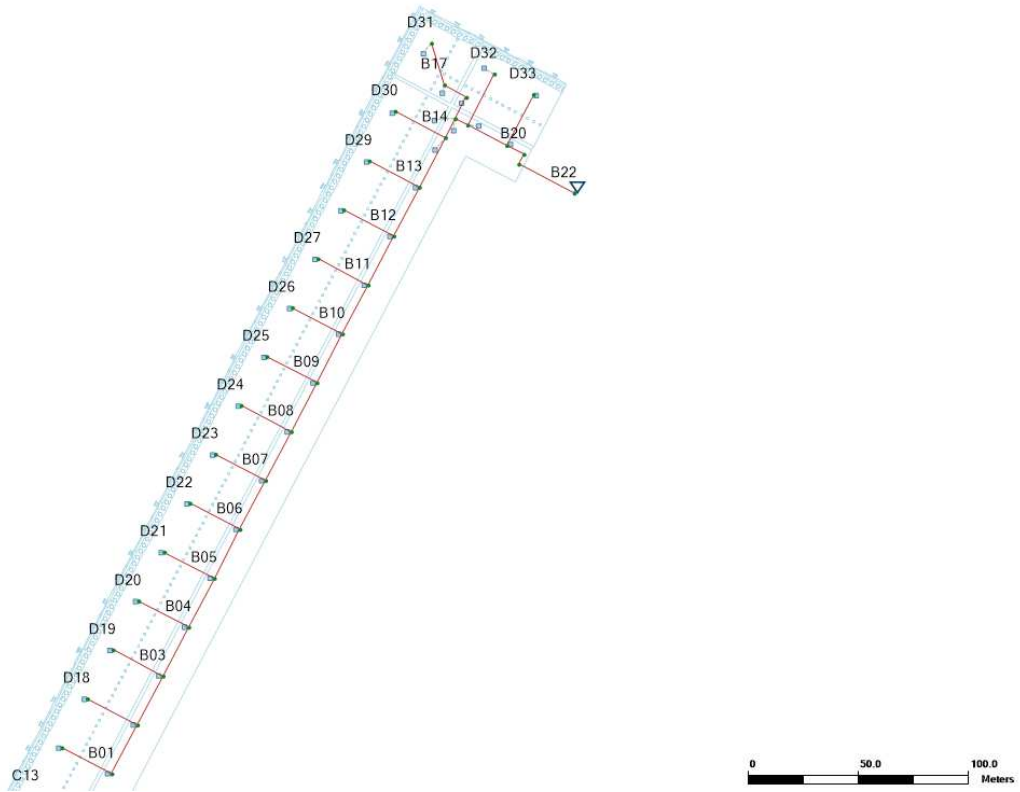


Figura 9 – Rete fognaria bacino N2 nord

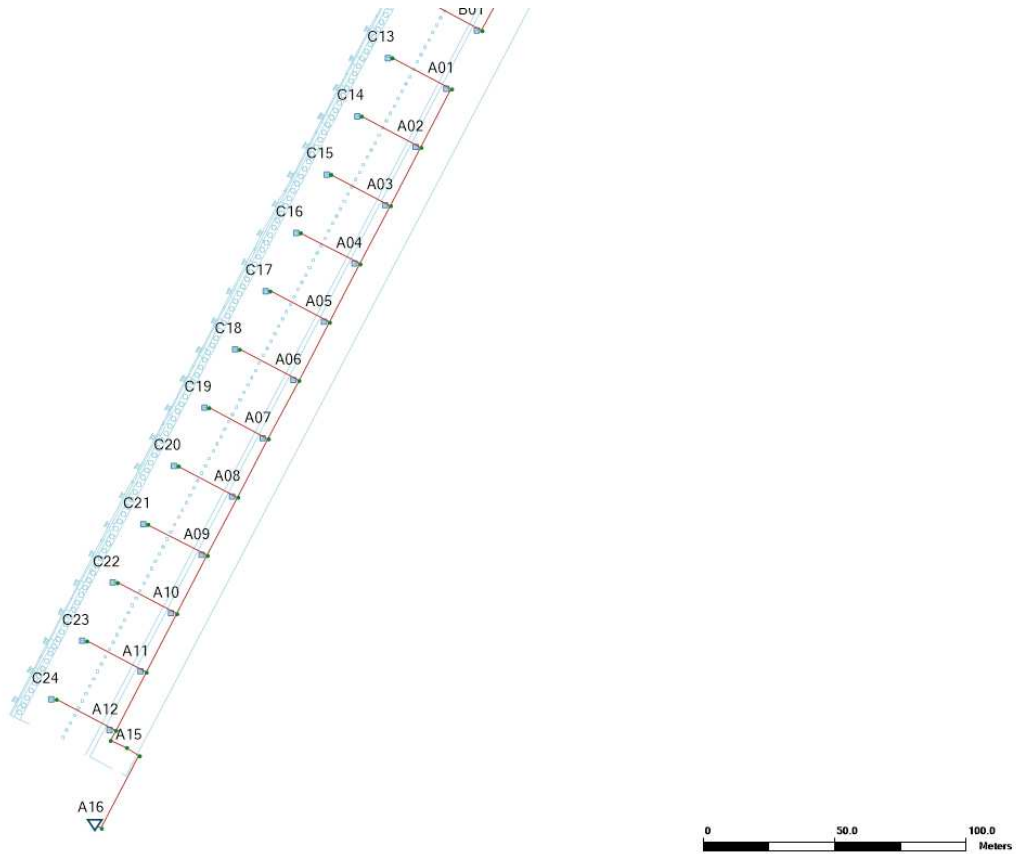


Figura 10 – Rete fognaria bacino N2 sud

3.4 VERIFICA DELLE RETI

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati delle verifiche effettuate, tramite il modello numerico implementato, sulle reti fognarie delle banchine N1 e N2.

Le simulazioni tramite software sono state eseguite considerando la vasca di prima pioggia già riempita e quindi fuori linea.

Per ogni rete analizzata è stato riportato l'idrogramma in arrivo all'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia e il profilo della linea principale comprendente il ramo secondario più a monte.

3.4.1 Rete banchina N1

Di seguito sono riportati l'idrogramma di piena e il profilo della linea principale della rete a servizio del bacino idraulico della banchina N1.

L'idrogramma è caratterizzata da un tempo di pioggia di 8 minuti e una portata al picco pari a 401 l/s .

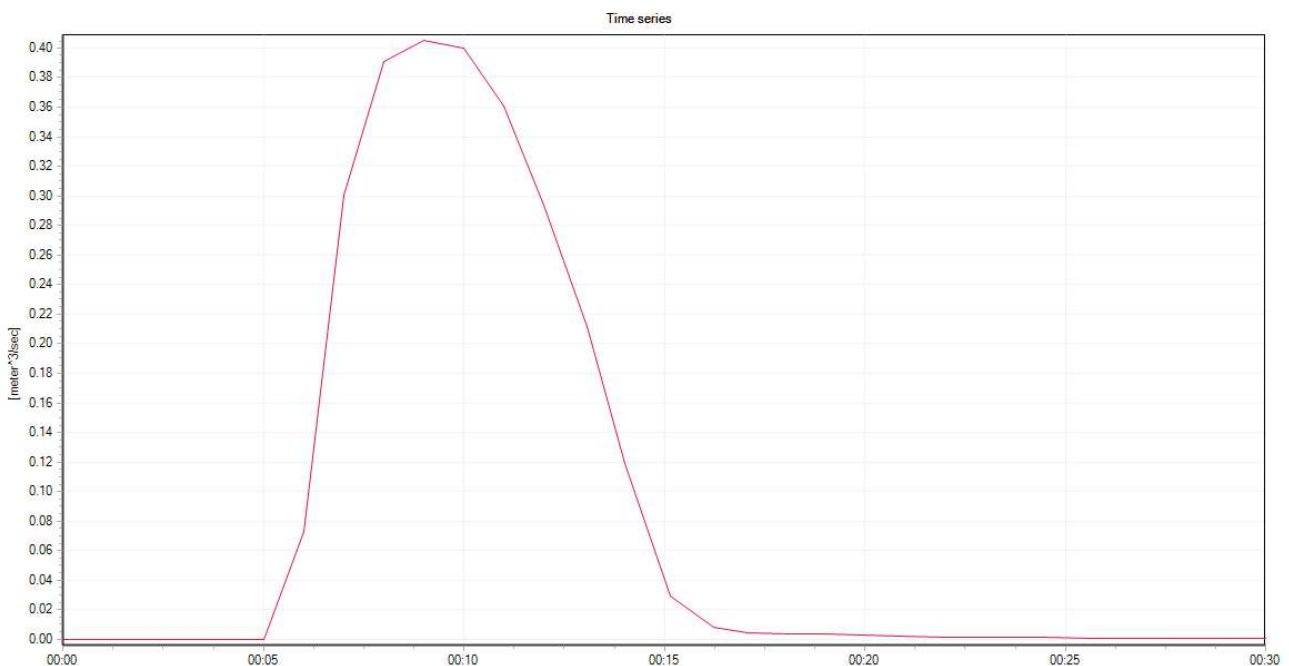


Figura 11 – Rete N1 – Idrogramma in entrata all'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia

Il profilo evidenzia il funzionamento in pressione di tutte le condotte ad eccezione del tratto di by-pass che presenta un funzionamento a pelo libero con un grado di riempimento massimo pari a 0.71 e una velocità massima di 1.86 m/s e un profilo di chiamata determinato dalla condizione di sbocco a luce libera.

Il livello piezometrico dei tratti in pressione risulta tale da garantire un franco idraulico pari a 90 cm rispetto alla quota minima del piazzale di banchina (quota 3,30 m s.l.m.).

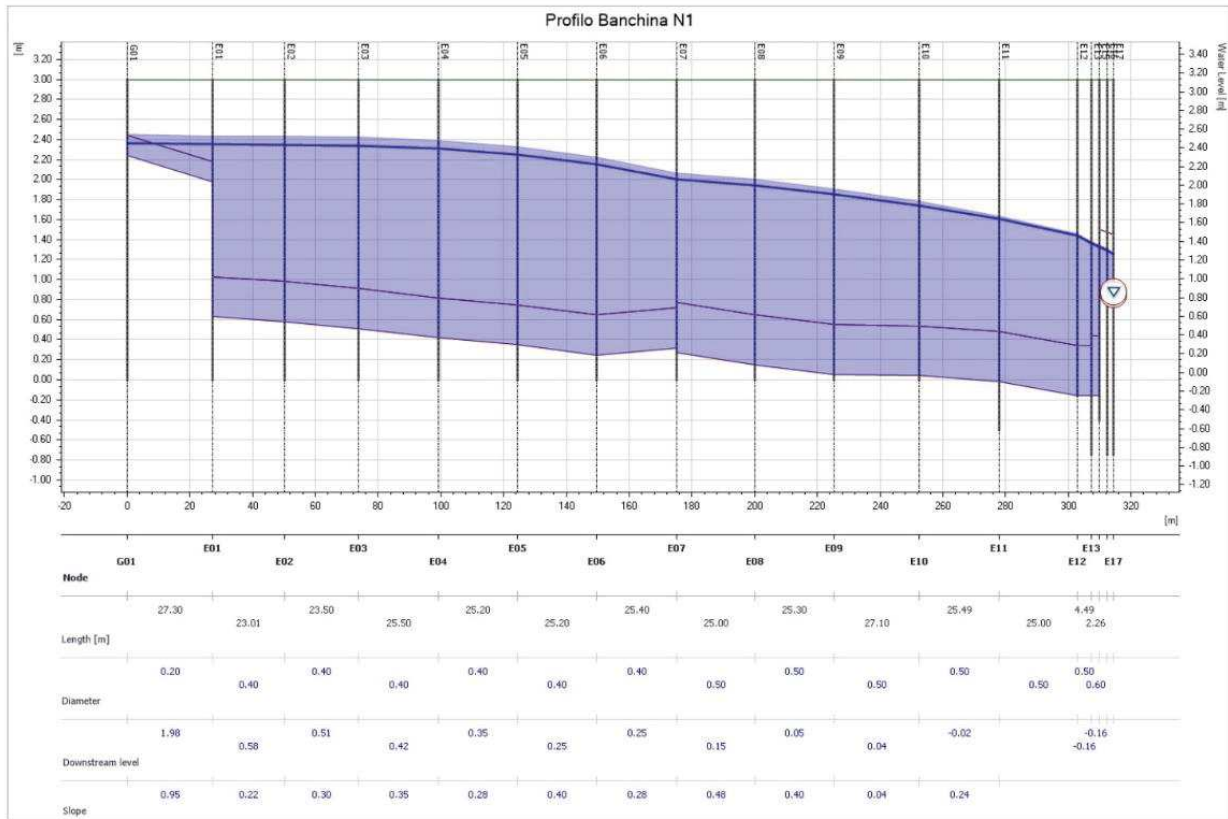


Figura 12 – Rete N1 – Profilo linea principale

3.4.2 Rete banchina N2 nord

Di seguito sono riportati l'idrogramma di piena e il profilo della linea principale della rete a servizio del bacino idraulico della banchina N2 nord.

L'idrogramma è caratterizzata da un tempo di pioggia di 9 minuti e una portata al picco pari a 577 l/s .

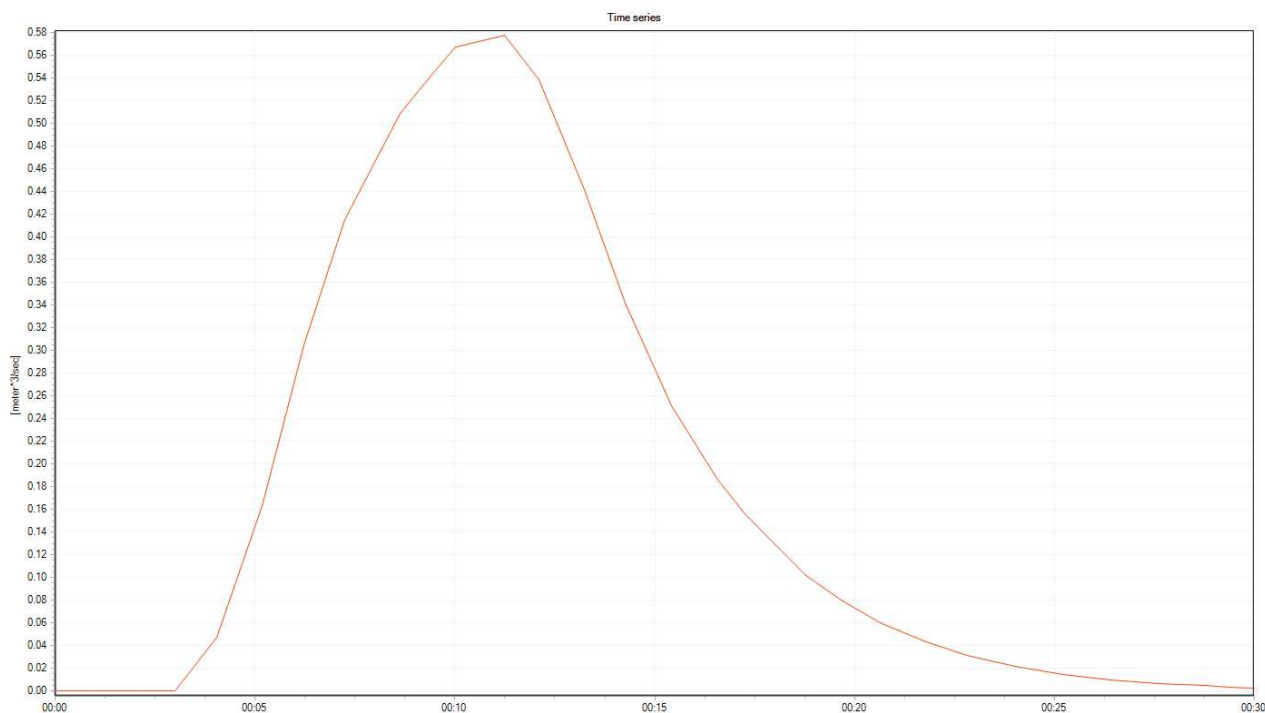


Figura 13 – Rete N2 nord – Idrogramma in entrata all’impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia

Il profilo evidenzia il funzionamento a pelo libero di tutte le condotte con un grado di riempimento massimo pari 0.84 e una velocità massima di 1,86 m/s; in corrispondenza del tratto finale del by-pass è presente un profilo di chiamata determinato dalla condizione di sbocco a luce libera.

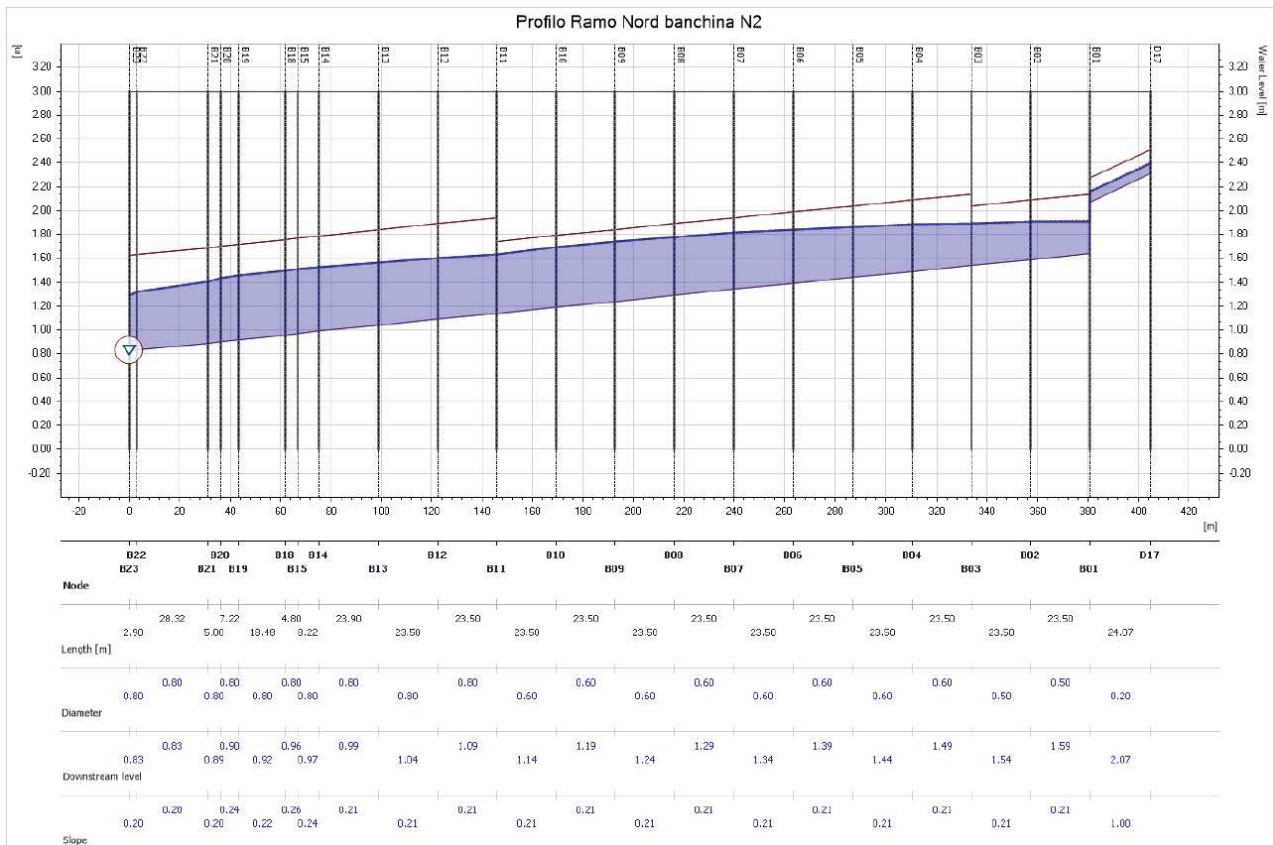


Figura 14 – Rete N2 nord – Profilo linea principale

3.4.3 Rete banchina N2 sud

Di seguito sono riportati l'idrogramma di piena e il profilo della linea principale della rete a servizio del bacino idraulico della banchina N2 sud.

L'idrogramma è caratterizzata da un tempo di pioggia di 8 minuti e una portata al picco pari a 450 l/s .

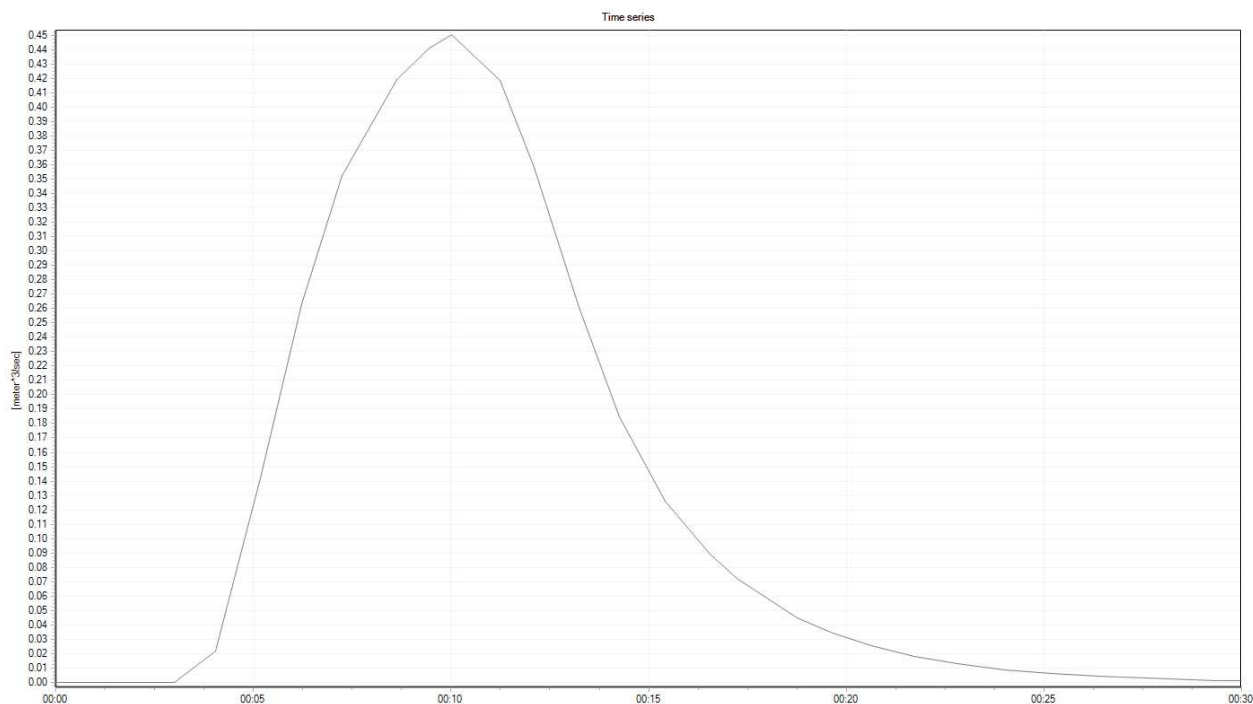


Figura 15 – Rete N2 sud – Idrogramma in entrata all'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia

Il profilo evidenzia il funzionamento a pelo libero di tutte le condotte con un grado di riempimento massimo pari 0.63 e una velocità massima di 1.00 m/s; in corrispondenza del tratto finale del by-pass è presente un profilo di chiamata determinato dalla condizione di sbocco a luce libera.

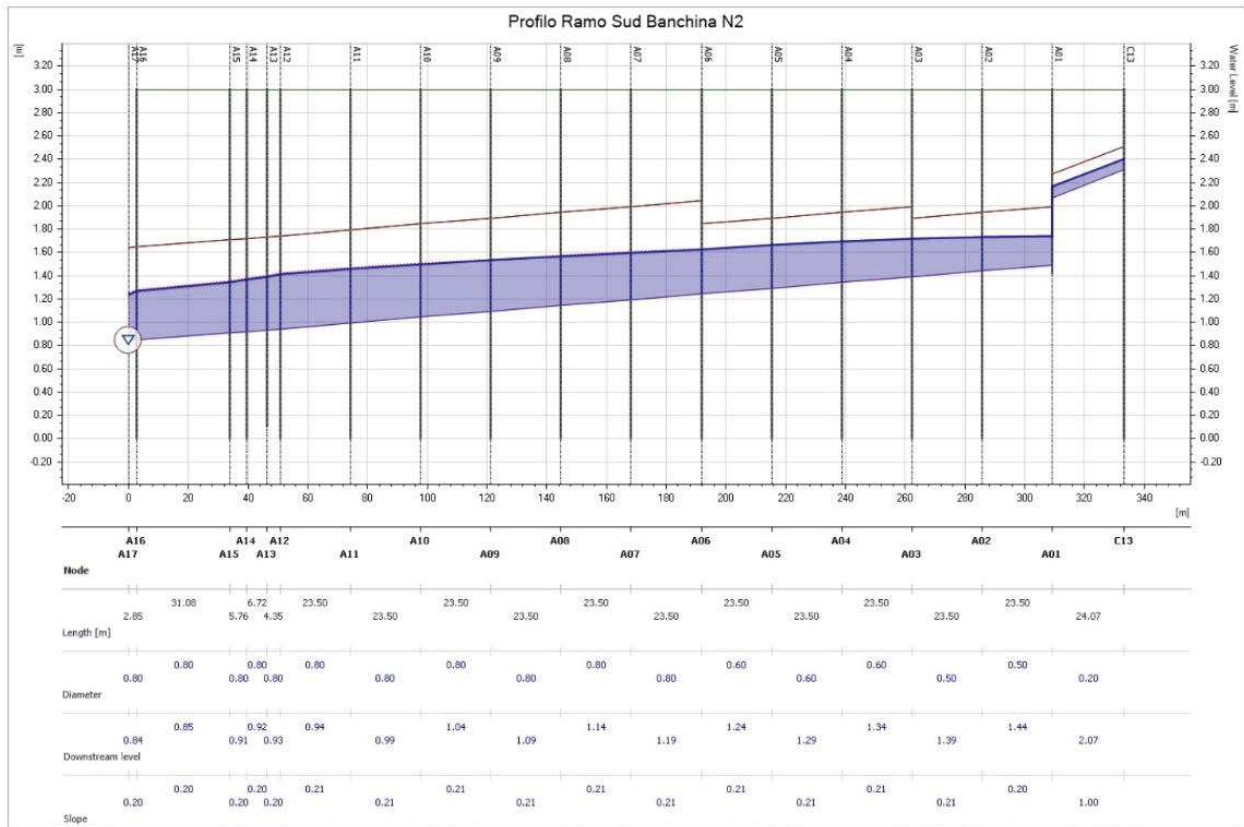


Figura 16 – Rete N2 sud – Profilo linea principale

3.4.4 Tabelle risultati

In questo paragrafo sono tabellati, per ogni nodo delle reti analizzate, i seguenti parametri idraulici:

- tirante idrico massimo (Node Water Level in m s.l.m.);
- quota di fondo tubo in arrivo e tubo in uscita (Node Bottom in m s.l.m.);
- quota cielo tubo in arrivo e tubo in uscita (Node Bottom in m s.l.m.).

Rete banchina N1.

ID	Type	Node Water Level	Node Bottom	Node Up
E01	Node	2.437	0.630	1.030
E02	Node	2.435	0.580	0.980
E03	Node	2.424	0.510	0.910
E04	Node	2.390	0.420	0.820
E05	Node	2.327	0.350	0.750
E06	Node	2.222	0.320	0.720
E07	Node	2.068	0.270	0.770
E08	Node	2.000	0.150	0.650
E09	Node	1.908	0.050	0.550
E10	Node	1.784	0.040	0.540
E11	Node	1.637	-0.020	0.480
E12	Node	1.461	-0.160	0.340
E13	Node	1.378	-0.160	0.440

E14	Node	1.377	-0.020	0.380
E15	Node	1.343	0.900	1.500
E16	Node	1.305	0.875	1.475
E17	Node	1.265	0.850	1.450
G01	Node	2.448	2.240	2.440
G02	Node	2.486	2.240	2.440
G03	Node	2.475	2.240	2.440
G04	Node	2.444	2.240	2.440
G05	Node	2.388	2.240	2.440
G06	Node	2.351	2.240	2.440
G07	Node	2.329	2.240	2.440
G08	Node	2.329	2.240	2.440
G09	Node	2.329	2.240	2.440
G10	Node	2.329	2.240	2.440
G11	Node	2.329	2.240	2.440
G12	Node	2.323	2.240	2.440
G13	Node	2.299	2.240	2.440

Reti banchina N2.

ID	Type	Node Water Level	Node Bottom	Node Up
A01	Node	1,651	1,49	1,99
A02	Node	1,649	1,443	1,943
A03	Node	1,634	1,393	1,993
A04	Node	1,616	1,343	1,943
A05	Node	1,59	1,293	1,893
A06	Node	1,558	1,243	2,043
A07	Node	1,534	1,193	1,993
A08	Node	1,508	1,143	1,943
A09	Node	1,48	1,093	1,893
A10	Node	1,449	1,043	1,843
A11	Node	1,415	0,993	1,793
A12	Node	1,378	0,943	1,743
A13	Node	1,362	0,934	1,734
A14	Node	1,343	0,921	1,721
A15	Node	1,323	0,909	1,709
A16	Node	1,254	0,847	1,647
A17	Node	1,229	0,841	1,641
B01	Node	1,882	1,64	2,14
B02	Node	1,88	1,59	2,09
B03	Node	1,87	1,54	2,14
B04	Node	1,859	1,49	2,09
B05	Node	1,843	1,44	2,04
B06	Node	1,821	1,39	1,99
B07	Node	1,794	1,34	1,94
B08	Node	1,762	1,29	1,89

B09	Node	1,724	1,24	1,84
B10	Node	1,677	1,19	1,79
B11	Node	1,619	1,14	1,94
B12	Node	1,588	1,09	1,89
B13	Node	1,554	1,04	1,84
B14	Node	1,518	0,989	1,789
B15	Node	1,502	0,97	1,77
B16	Node	1,821	1,73	1,902
B17	Node	2,022	1,94	2,112
B18	Node	1,484	0,957	1,757
B19	Node	1,447	0,917	1,717
B20	Node	1,425	0,9	1,7
B21	Node	1,399	0,89	1,69
B22	Node	1,32	0,833	1,633
B23	Node	1,288	0,833	1,633
C13	Node	2,357	2,31	2,482
C14	Node	2,357	2,31	2,482
C15	Node	2,357	2,31	2,482
C16	Node	2,357	2,31	2,482
C17	Node	2,357	2,31	2,482
C18	Node	2,357	2,31	2,482
C19	Node	2,357	2,31	2,482
C20	Node	2,357	2,31	2,482
C21	Node	2,357	2,31	2,482
C22	Node	2,357	2,31	2,482
C23	Node	2,357	2,31	2,482
C24	Node	2,357	2,31	2,482
D17	Node	2,381	2,31	2,482
D18	Node	2,381	2,31	2,482
D19	Node	2,381	2,31	2,482
D20	Node	2,381	2,31	2,482
D21	Node	2,381	2,31	2,482
D22	Node	2,381	2,31	2,482
D23	Node	2,381	2,31	2,482
D24	Node	2,381	2,31	2,482
D25	Node	2,381	2,31	2,482
D26	Node	2,381	2,31	2,482
D27	Node	2,381	2,31	2,482
D28	Node	2,381	2,31	2,482
D29	Node	2,381	2,31	2,482
D30	Node	2,381	2,31	2,482
D31	Node	2,385	2,31	2,482
D32	Node	2,177	2,09	2,262
D33	Node	2,152	2,09	2,262

4 DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Per il dimensionamento delle vasche di prima pioggia sono stati mantenuti gli stessi criteri del Progetto Definitivo con riferimento alla seguente normativa: “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne” -art. 39, DLgs 11 maggio 1999, n. 152 – approvata con D.G.R. Emilia Romagna n. 286 del 14.02.2005 e successiva D.G.R. Emilia Romagna n. 1860 del 18.12.2006.

Per la rete fognaria a servizio della nuova banchina N2-nord è prevista la realizzazione di una vasca di prima pioggia avente una capacità di accumulo pari a 150 m³; detto volume corrisponde ad volume specifico d’invaso pari a 73 m³/ha e quindi superiore al valore richiesto pari a 50 m³/ha (superficie del bacino pari a 20.544 m² – 2,0544 ha). La nuova vasca è stata sovradimensionata in previsione dei programmati futuri ampliamenti dei piazzali di banchina del terminal container.

Per la rete fognaria a servizio della nuova banchina N2-sud e la rete fognaria esistente della banchina N1 è previsto il mantenimento della vasca di prima pioggia esistente avente una capacità di accumulo pari a 150 m³; detto volume corrisponde ad volume specifico d’invaso pari a 50,2 m³/ha e quindi superiore al valore richiesto pari a 50 m³/ha (superficie del bacino N2-sud pari a 14.993 m² – 1,4993 ha e superficie del bacino N1 pari a 14.868 m² – 1,4868 ha).

Rispetto a quanto previsto nel Progetto Definitivo, le vasche di prima pioggia sono state così modificate:

- eliminazione dello stramazzo presente tra la vasca di prima pioggia e l'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia al fine di evitare che sostanze in sospensione possano essere recapitate a mare;
- creazione di una tubazione di by-pass che, una volta riempita la vasca di prima pioggia, permetta il deflusso delle acque di seconda pioggia verso l'impianto di sollevamento e quindi allo scarico finale;
- installazione di valvole con chiusura a galleggiante in corrispondenza delle tubazioni in entrata delle vasche di prima pioggia.

Funzionamento dell'impianto

Le acque di prima pioggia raccolte tramite la rete fognaria defluiscono all'interno delle due vasche di accumulo; raggiunto il livello massimo, le vasche vengono messe fuori linea tramite delle valvole di chiusura a galleggiante mentre le acque di seconda pioggia vengono deviate nelle condotte di by-pass (aventi le stesse caratteristiche geometriche di quelle in arrivo alla vasca di accumulo) e recapitate nella vasca di aspirazione dell'impianto di sollevamento; l'attivazione delle elettropompe sommergibili permette il successivo scarico, tramite tubazioni in pressione, nel Canale Candiano.

Una volta riempita la vasca di prima pioggia i solidi sedimentabili (quali fango, limo, sabbia, ecc.) si depositano sul fondo, mentre le eventuali sospensioni oleose (oli, idrocarburi, ecc.) si accumulano in superficie; passato un predeterminato periodo di tempo in cui avvengono i processi di sedimentazione e accumulo in superficie, la vasca viene svuotata tramite delle elettropompe sommergibili con recapito su autobotti oppure in fognatura nera.

5 CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato riportato il dimensionamento e la verifica delle reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche a servizio della banchina N1 e della nuova banchina N2.

L'equazione di possibilità pluviometrica e il tempo di ritorno dell'evento critico sono stati desunti dal Progetto Definitivo così come è stata mantenuta in servizio la rete principale e la vasca di prima pioggia esistenti della banchina N1 mentre per la banchina N2 è stata prevista una nuova rete fognaria.

Le condotti principali e secondarie di nuova realizzazione sono state previste in PEAD; per le condotte della linea principale è stata ipotizzata una pendenza del fondo (pari a 0,2%) tale da evitare fenomeni di rigurgito da parte delle vasche di prima pioggia.

La verifica delle reti fognaria è stata eseguita tramite il software Mike Urban ipotizzando, per ciascun macro-bacino, una durata dell'evento critico pari al tempo di corrivazione indicato nel Progetto Definitivo.

I risultati ottenuti nelle simulazioni effettuate con il modello numerico hanno evidenziato quanto segue:

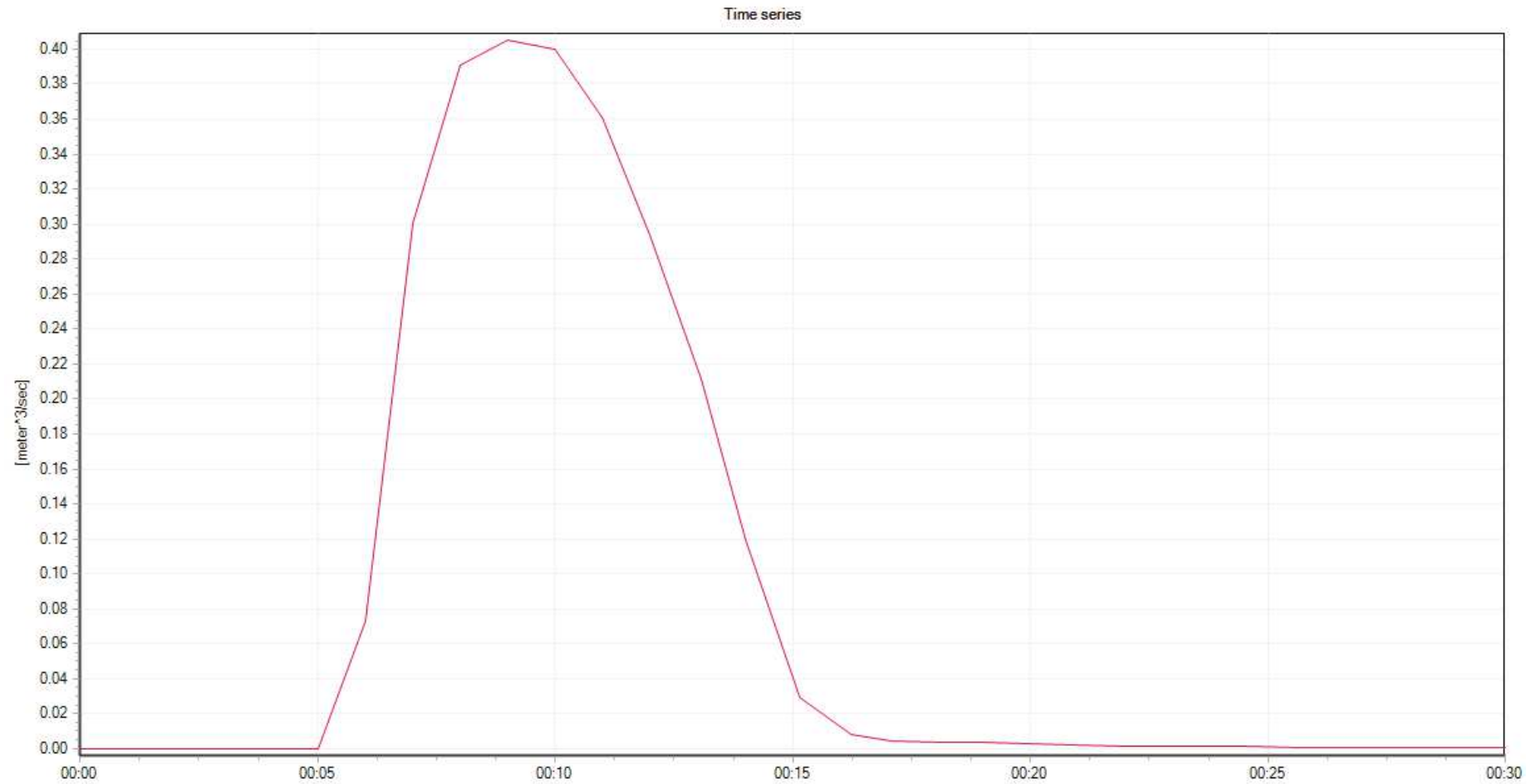
- banchina N1 bacino nord: rete funzionante in pressione ad eccezione del tratto di by-pass che presenta un funzionamento a pelo libero con un grado di riempimento massimo pari a 0.71 e una velocità massima di 1.86 m/s e un profilo di chiamata determinato dalla condizione di sbocco a luce libera. Il livello piezometrico dei tratti in pressione risulta tale da garantire un franco idraulico pari a 90 cm rispetto alla quota minima del piazzale di banchina (quota 3,30 m s.l.m.). Portata di picco pari a 401 l/s con evento di durata pari a 8 minuti.
- banchina N2 bacino sud: rete funzionante a pelo libero con un grado di riempimento massimo pari 0.63 e una velocità massima di 1.00 m/s; in corrispondenza del tratto finale del by-pass è presente un profilo di chiamata determinato dalla condizione di sbocco a luce libera. Portata di picco pari a 450 l/s con evento di durata pari a 8 minuti.
- banchina N2 bacino nord: rete funzionante a pelo libero con un grado di riempimento massimo pari 0.84 e una velocità massima di 1,86 m/s; in corrispondenza del tratto finale del by-pass è presente un profilo di chiamata determinato dalla condizione di sbocco a luce libera. Portata di picco pari a 577 l/s con evento di durata pari a 9 minuti.

Per le vasche di prima pioggia, il volume di invaso è stato mantenuto invariato rispetto al Progetto Definitivo mentre la configurazione è stata così modificata:

- eliminazione dello stramazzo presente tra la vasca di prima pioggia e l'impianto di sollevamento delle acque di seconda pioggia al fine di evitare che sostanze in sospensione possano essere recapitate allo scarico;
- creazione di una tubazione di by-pass che, una volta riempita la vasca di prima pioggia, permetta il deflusso delle acque di seconda pioggia verso l'impianto di sollevamento e quindi allo scarico finale;
- installazione di valvole con chiusura a galleggiante in corrispondenza delle tubazioni in entrata delle vasche di prima pioggia.

6 ALLEGATO 1 – IDROGRAMMI BACINO N1, N2-NORD, N2-SUD

IDROGRAMMA BACINO N1



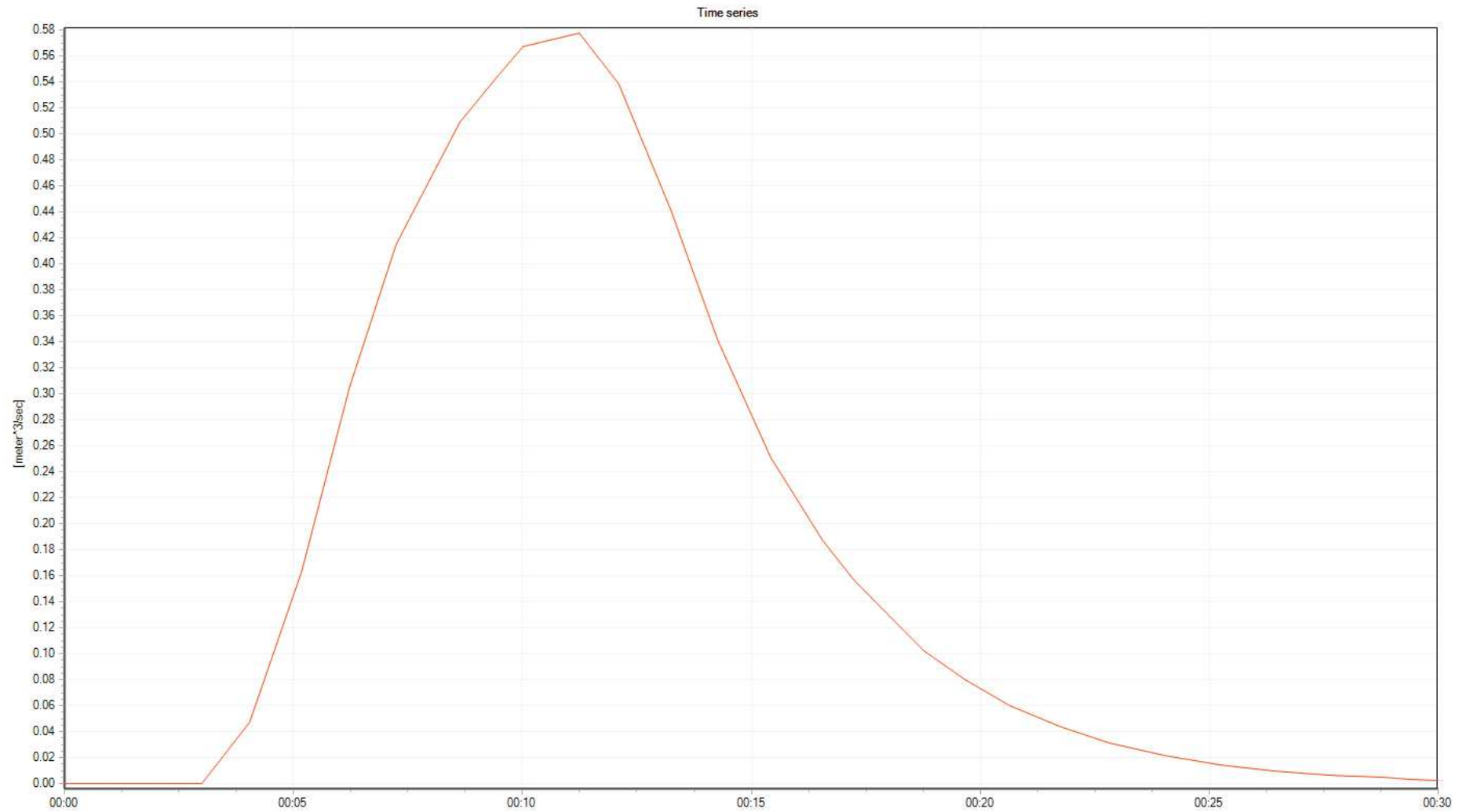
PROGETTISTI

RTP:  **PSBENTRAL**

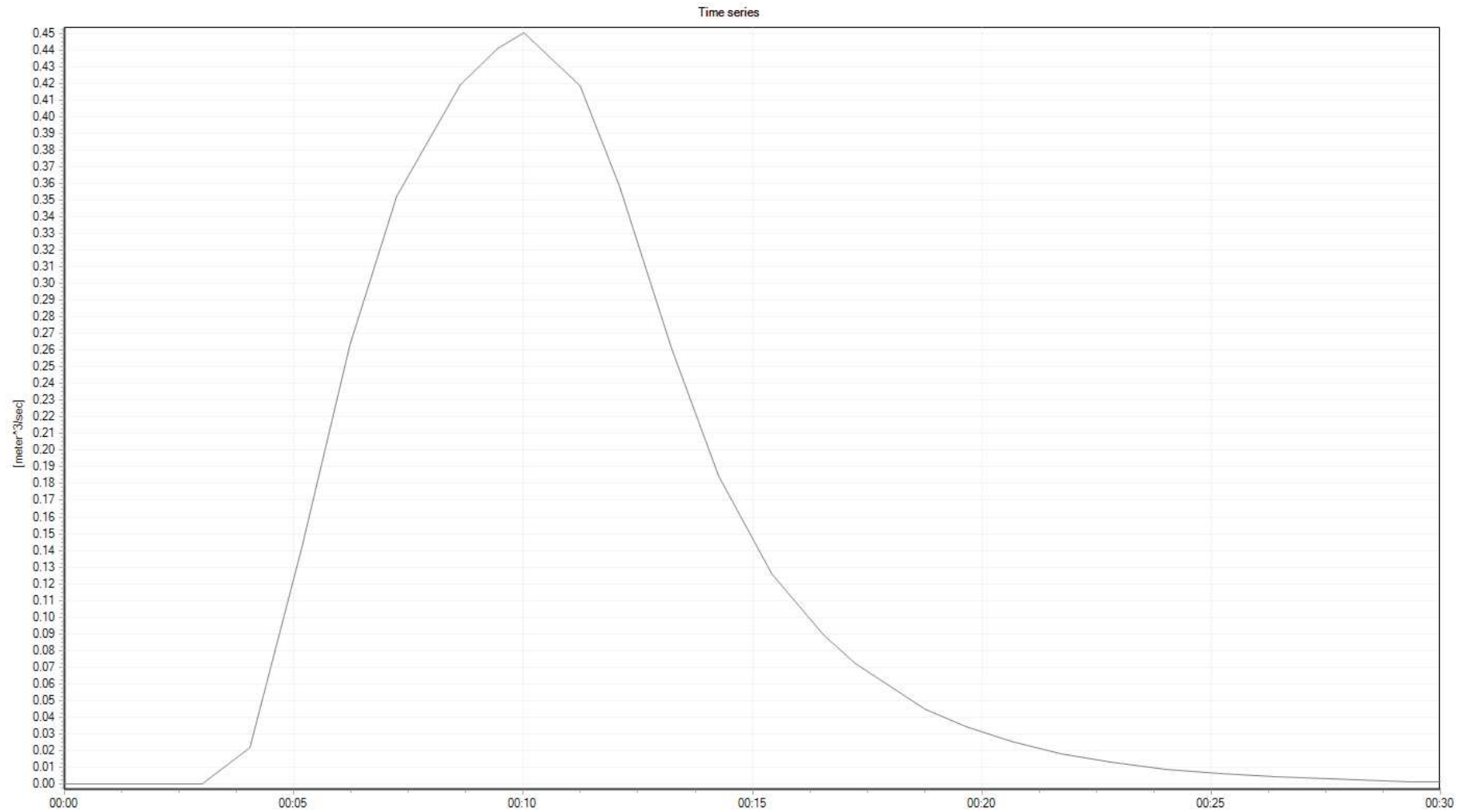
FSM
ingegneria

SISPI
engineering

IDROGRAMMA BACINO N2-NORD



IDROGRAMMA BACINO N2-SUD



7 ALLEGATO 2 – PROFILI IDRAULICI PRINCIPALI DEI BACINI N1, N2-NORD, N2-SUD

