

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 B - BUNGE SUD
RELAZIONE IDRAULICA - BANCHINA B - BUNGE SUD

file
1114-E-BAB-IDR-RT-01-1.doc

codice
1114-E-BAB-IDR-RT-01-1

scala
-

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	28/07/2021	Emissione per approvazione	M. Pasinato	C. Piccinin	L. de Angelis
1	06/12/2021	Revisione per riscontro validazione	M. Pasinato	C. Piccinin	L. de Angelis

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



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

BANCHINE

Relazione idraulica - banchina B – Bunge Sud

06 Dicembre 2021

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**
ingegneria

F&M
ingegneria

SISPI
engineering

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
1.1	IMPIANTI ESISTENTI	3
1.2	PREDISPOSIZIONE NUOVI IMPIANTI	6
1.2.1	DESCRIZIONE RETE ACQUE METEORICHE.....	6
1.2.2	DESCRIZIONE PREDISPOSIZIONE IMPIANTO ELETTRICO	6
2	IMPIANTO ACQUE METEORICHE	7
2.1	IPOTESI E MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO	7
2.2	CALCOLO DELLE PORTATE	10
2.3	VERIFICA DEI COLLETTORI	11
2.4	VERIFICA PROFILO RETE	13
3	RETE ANTINCENDIO E IMPIANTI ACCESSORI	17
3.1	RETE ANTINCENDIO	17
3.2	PREDISPOSIZIONE PER IMPIANTI ELETTRICI	17
4	CONCLUSIONI	18

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica impiantistica accompagna gli elaborati predisposti per la progettazione esecutiva dell'intervento denominato "Hub portuale di Ravenna – 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".

In particolare, la presente relazione illustra il dimensionamento e la verifica al livello di progettazione esecutiva per alcuni degli interventi sugli impianti previsti per la banchina Bunge Sud volti alla realizzazione di:

- un nuovo tratto di rete per la raccolta e il collettamento delle acque meteoriche
- predisposizione di un cavidotto per eventuale sistema di allacciamento alla rete elettrica

Gli interventi verranno svolti contemporaneamente alle opere necessarie per l'adeguamento strutturale della banchina stessa.

Nell'ambito della progettazione esecutiva sono state pertanto valutate le interferenze con le reti esistenti di impianto realizzate e gestite dai concessionari terminalisti della banchina e si è proceduto, dove necessario, all'integrazione e/o rifacimento delle predisposizioni (cavidotti, tubazioni, pozzetti, cunicoli, ecc.) destinate ad accogliere le linee di impianti (nuove e/o integrate) realizzate successivamente agli interventi strutturali in progetto.

1.1 IMPIANTI ESISTENTI

Nel progetto definitivo non si fa riferimento ad impianti esistenti sulla piattaforma di banchina. Per questo, si sono resi necessari dei sopralluoghi e dei rilievi volti ad individuare la presenza di eventuali impianti non documentati, che dovranno comunque essere rimossi ed eventualmente ricollocati o realizzati ex novo, poiché l'intervento strutturale prevede il rifacimento della piattaforma in cls armato e di tutta la pavimentazione dell'area oggetto d'intervento.

Si evidenzia che all'interno dell'area soggetta a rifacimento della superficie di banchina non sono state individuate reti per lo smaltimento delle acque meteoriche. L'unico sistema di raccolta e collettamento delle acque di pioggia attualmente presente in banchina è una canaletta rettilinea posizionata al di sotto dei silos adibiti allo stoccaggio cereali. Questa è coperta da pannelli rettangolari che ne consentono l'ispezione e la manutenzione, mentre l'accesso alla rete delle acque è dato dalla presenza di griglie di raccolta anch'esse rettangolari. La rete recapita le acque di piattaforma in parte verso un pozzetto di raccolta situato nei pressi del confine con la banchina Alma, da qui le acque vengono pompate ad un sistema di trattamento di proprietà del terminalista. Un'altra parte delle portate raccolte dalla rete esistente va a finire nella vasca di accumulo e di scarico a mare situata al di sotto dei silos, nell'area dell'adiacente banchina Bunge Nord.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche descritto risulta spesso inefficiente nello smaltire l'interezza della precipitazione caduta sulla superficie di banchina. Questa presenta una pendenza costante che dirige le acque verso la suddetta rete, la quale è spesso soggetta ad intasamenti delle griglie e difficoltà di deflusso, anche per via della grande quantità di semi dispersi nella zona sottostante i silos durante la movimentazione delle merci.



Figura 1-1 – Canaletta attuale per smaltimento acque meteoriche nella zona sotto ai silos



Figura 1-2 – Griglia per raccolta delle acque meteoriche della rete attuale



Figura 1-3 – Pozzetto di raccolta vicino al confine con banchina Alma petroli



Figura 1-4 – Vasca di raccolta e tubazione per scarico a mare su banchina Bunge Nord

Sulla banchina sono presenti dei pozzetti di collegamento elettrico che consentono la movimentazione e il controllo di un cancello e di un tornello che regolano l'accesso all'area di carico dei camion. Un'altra coppia di pozzetti, probabilmente sempre di destinazione elettrica per i comandi di controllo del piperack, è posizionata

in prossimità della struttura che sorregge e permette di attraversare trasversalmente la banchina al sistema di tubazioni di scarico delle navi.

Tale sistema è realizzato tramite una coppia di tubazioni di diverso diametro che consentono di scaricare gli olii dalle navi e portarli direttamente all'interno del sistema di stoccaggio del terminalista. Queste tubazioni corrono adiacenti alla trave di coronamento e, prima di arrivare alla banchina Bunge Nord, è presente una struttura che consente di sopraelevare questa linea di scarico, farle attraversare trasversalmente la banchina e collegarla al piperack che corre al di sotto della zona dei silos, anche lungo la banchina Bunge Nord. Tutta l'impiantistica di questo sistema risulta essere attualmente in disuso e verrà rimossa per permettere le lavorazioni e gli adeguamenti strutturali della banchina. La decisione di un'eventuale ricollocazione di queste condotte spetterà al terminalista che gestisce la banchina.



Figura 1-5 – Superficie di banchina allo stato attuale. Si nota la pendenza costante dalla trave ai silos e l'assenza di caditoie e pozzetti sulla pavimentazione

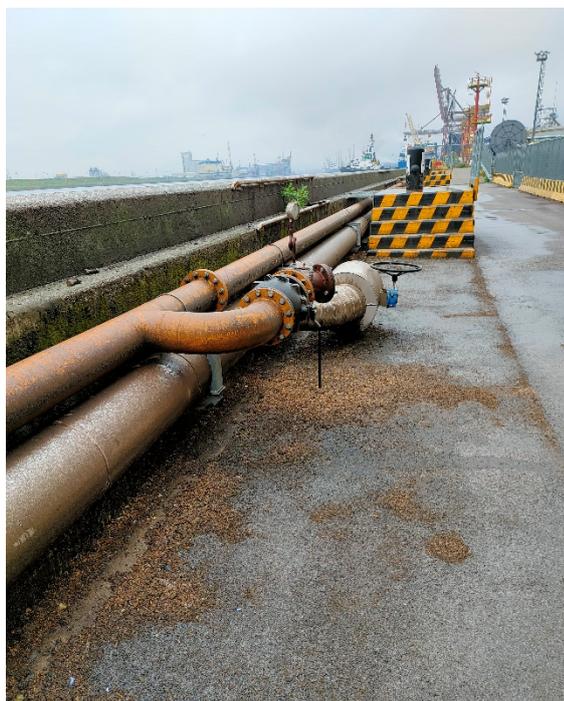


Figura 1-6 – Tubazioni per lo scarico degli olii installate a tergo della trave di coronamento



Figura 1-7 – Attraversamento di banchina delle tubazioni e allacciamento al piperack

Infine, durante un sopralluogo sulla banchina, sono stati individuati dei pozzetti di ispezione di ridotte dimensioni al di sotto delle tubazioni sopra descritte. Risultano essere inutilizzati e potrebbero essere dei pozzetti realizzati per la predisposizione di un collegamento elettrico della banchina. Ad ogni modo, anche questi verranno demoliti per la realizzazione delle opere di nuova costruzione.

Sulla superficie della banchina non sono presenti sistemi antincendio. È invece presente una tubazione di una rete antincendio che corre al di sotto dei silos, fornita di naspi e di allacciamenti per manichette. Tale rete risulta essere di proprietà del terminalista e non se ne conoscono le caratteristiche tecniche.

1.2 PREDISPOSIZIONE NUOVI IMPIANTI

Per migliorare l'efficienza dello smaltimento delle acque meteoriche, a progetto è prevista la realizzazione di una nuova dorsale localizzata a metà strada tra la trave di banchina e i silos, in corrispondenza del confine dell'area in cui verranno realizzati gli interventi strutturali. Questa linea verrà realizzata ad una distanza di circa 15 m dalla trave di coronamento della banchina, al di fuori della piattaforma di calcestruzzo armato la cui realizzazione è prevista negli interventi strutturali. Essa risulterà quindi simmetrica rispetto alla linea già esistente nell'adiacente banchina Bunge Nord.

1.2.1 Descrizione rete acque meteoriche

Il progetto prevede la costruzione di una rete composta da 6 pozzetti provvisti di caditoia grigliata di dimensioni interne 80x80, disposti ad una distanza di 25 m l'uno dall'altro, ad eccezione dei primi due, distanziati di 23,4 m, per evitare di interferire con la torre faro esistente. I pozzetti sono collegati tra loro da tubazioni in PEAD corrugato a doppia parete DN 315 e classe di rigidità anulare SN8, le quali convogliano le acque meteoriche verso l'esistente vasca di raccolta e scarico a mare, sita nell'area sottostante ai silos adiacenti alla banchina Bunge Nord. La pendenza delle tubazioni è prevista costante lungo tutta la rete pari allo 0,2%. L'ultima tubazione della rete è collegata ad un pozzetto situato sulla banchina Bunge Nord, dal quale poi le acque verranno scaricate nella suddetta vasca. Il pozzetto di destinazione, si trova a circa 5 m dalla vasca di recapito e raccoglie le acque provenienti anche dalla rete di drenaggio della banchina Bunge Nord. Dai rilievi effettuati, la lunghezza di quest'ultima tubazione del tratto in progetto è pari a circa 30 m. In totale; la lunghezza totale del nuovo tratto di rete è di circa 155 m.

I pozzetti/caditoia saranno prefabbricati, avranno un'altezza interna pari ad 1 m ed uno spessore delle pareti di 20 cm, tutti i pozzetti dovranno essere carrabili. Le caditoie saranno in ghisa sferoidale e la classe di resistenza sarà almeno la E600. I pozzetti saranno posati su magrone in calcestruzzo spesso 10 cm, mentre le tubazioni saranno posate su letto di sabbia spesso 10 cm, con realizzato un rinfiacco in magrone di calcestruzzo con un ricoprimento dalla generatrice superiore della tubazione di almeno 10 cm ed un ricoprimento totale di almeno 50 cm.

1.2.2 Descrizione predisposizione impianto elettrico

È prevista a progetto la realizzazione di un cavidotto per la predisposizione di impianti elettrici che corre ad una distanza di circa 1,25 m dalla trave di coronamento. Verranno inseriti dei pozzetti di collegamento e ispezione disposti ad una distanza di circa 20 m; i pozzetti previsti a progetto sono 8. Questa predisposizione verrà realizzata posando al di sopra della nuova piattaforma strutturale in calcestruzzo armato 2 tubazioni parallele in PEAD corrugato a doppia parete DN160 le quali, visto il poco ricoprimento a disposizione, verranno inserite in una baulatura in cls C32/40 armato con rete elettrosaldato $\Phi 6$ passo 10 cm. I pozzetti saranno gettati in opera, in quanto poseranno direttamente sulla sottostante piattaforma strutturale in cls armato, con dimensioni interne 60x60 e altezza variabile da 35 cm a 45 cm in funzione del ricoprimento localizzato della piattaforma. Tutti i pozzetti dovranno essere carrabili. L'altezza minima dei pozzetti sarà di 35 cm, mentre lo spessore delle pareti dovrà essere di almeno 10 cm. Essendo gettati in opera, i pozzetti diverranno parte

integrante della soletta strutturale. Per ogni pozzetto verrà fornito un chiusino in ghisa sferoidale di classe minima E600.

2 IMPIANTO ACQUE METEORICHE

In questa sezione viene illustrato il dimensionamento della nuova linea di raccolta delle acque meteoriche. Questo è stato svolto effettuando una stima della massima precipitazione per $T_r=20$ anni, a partire dai dati meteo della stazione meteorologica *Marina di Ravenna*. In seguito, viene ricavata la massima portata in ingresso al collettore fognario, utilizzando il metodo di stima cinematico o *razionale*.

2.1 IPOTESI E MODELLO DI CALCOLO ADOTTATO

La verifica dei collettori viene eseguita tramite il metodo cinematico lineare o metodo della corrivazione, assumendo come ipotesi di calcolo quanto segue:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura dello stesso;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale alla intensità della pioggia caduta nel punto in un istante precedente quello del passaggio della piena del tempo necessario perché detto contributo raggiunga la sezione di chiusura;
- questo tempo è caratteristico di ogni singolo punto ed invariante nel tempo.

Dalle ipotesi del modello sopra descritte ne consegue che esiste un tempo di concentrazione, t_c caratteristico del bacino, che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

Aumentando la durata della precipitazione aumenterà di conseguenza l'area del bacino contribuente, fino al tempo di corrivazione, quando tutta la superficie del bacino sarà contribuente ovvero ogni goccia caduta nel bacino avrà raggiunto la sezione di chiusura.

Dato che l'intensità media di pioggia va diminuendo con l'aumentare della durata della stessa, come ampiamente dimostrato in letteratura idraulica, la portata critica per il bacino è quella risultante da una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione.

La portata al colmo della piena critica sarà pertanto valutata con la formula razionale:

$$Q = \frac{\varphi \cdot I_{cr} \cdot S}{360}$$

dove:

Q: portata al colmo di piena in m^3/s

φ : coefficiente di afflusso medio del bacino;

I_{cr} : intensità media della pioggia di durata pari al tempo di concentrazione t_c in mm/h ;

S: superficie del bacino in ha.

Il coefficiente di afflusso rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso ed il volume totale di pioggia caduta sul bacino. Esso non è una costante del bacino ma varia da evento a evento secondo l'altezza totale di pioggia e l'iniziale stato di umidità del suolo.

Nel caso specifico della banchina Bunge Sud, il suolo risulta essere completamente impermeabile, quindi teoricamente il coefficiente di afflusso medio dovrebbe valere 1. Essendo però questo nuovo ampliamento di rete inserito nel mezzo di una superficie inclinata (la banchina ha pendenza media costante pari allo 0.75%, dalla trave di coronamento ai silos, con dei massimi oltre l'1%), con la pura funzione di coadiuvare la rete

esistente, è possibile in questo caso assumere un coefficiente di afflusso in rete $\varphi=0.5$. La restante parte del deflusso continuerà ad essere recapitata all'interno della rete esistente.

La superficie S di banchina scolante in questa nuova rete è pari a 2175 m² (145 m x15 m), ovvero 0,2175 ha. La superficie teoricamente afferente ad ogni caditoia è pari a 0,0375 ha.

Per lo studio idrologico sono stati utilizzati i dati di pioggia relativi alla stazione pluviometrica di Marina di Ravenna (3 m.l.m.m.).

Il metodo Razionale, 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:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

- "h" rappresenta l'altezza di precipitazione in mm
- "a" e "n" sono i parametri legati alle caratteristiche pluviometriche dell'area in esame, che dipendono dal Tempo di ritorno di progetto;
- "t" è la durata della precipitazione in ore.

Per la stazione di Marina di Ravenna sono disponibili i seguenti campioni di dati:

1. "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

2. "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 statistica del campione di dati di precipitazioni di breve durata in "tabella 1" ha fornito la seguente "curva di possibilità pluviometrica" per un tempo di ritorno T_r pari a 20 anni:

$$h = a \cdot t^n = 43,03 t^{0,48}; \quad t < 1 \text{ ora};$$

dove, anche qui:

- "h" rappresenta l'altezza di precipitazione in mm
- "a" e "n" sono i parametri legati alle caratteristiche pluviometriche dell'area in esame e al T_r di progetto
- "t" è la durata della precipitazione in ore.

L'elaborazione del campione di dati di precipitazioni di massima intensità in "tabella 2" ha fornito la seguente "curva di possibilità pluviometrica" per un tempo di ritorno T_r pari a 20 anni:

$$h = a \cdot t^n = 46,45 t^{0,32}; \quad t > 1 \text{ ora};$$

Per una fognatura urbana il tempo di concentrazione t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulicamente più lungo della rete fognaria sino alla sezione di chiusura verificata; in particolare dopo aver individuato la rete fognaria sottesa alla sezione di chiusura e aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione si fa riferimento a:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove t_a è il tempo di accesso alla rete ed è relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo mentre t_r è il tempo di rete relativo alla rete fognaria sottesa alla sezione considerata.

Il tempo di accesso t_a è di incerta determinazione, variando con la pendenza e la natura dell'area, la presenza e tipologia dei drenaggi minori presenti in essa nonché dell'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto.

In letteratura idraulica vengono indicati valori compresi tra 5 e 15 minuti dove i valori più bassi sono riferiti alle aree di minore estensione, più attrezzate idraulicamente e con maggiore pendenza. Essendo sulla banchina Bunge Sud le caditoie disposte ogni 25 m, il tempo t_a è stato assunto pari a 5 minuti.

Il tempo di rete t_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

dove:

L_i : lunghezza della singola canalizzazione;

V_{ui} : velocità di moto uniforme che assume la portata di piena nella singola canalizzazione. In questo caso si è assunta una velocità di progetto pari a 1 m/s.

2.2 CALCOLO DELLE PORTATE

Nel metodo di calcolo adottato, al fine di determinare le portate critiche di progetto, sono implicite le seguenti ulteriori ipotesi:

- funzionamento dei collettori autonomo, si trascurano cioè eventuali rigurgiti indotti sui singoli rami da parte dei collettori che seguono a valle;
- valida l'approssimazione di deflusso in moto uniforme;
- comportamento della rete sincrono, ovvero che i diversi collettori raggiungono contemporaneamente il massimo valore della portata.

Poiché all'aumentare del tempo di concentrazione aumenta la durata della pioggia critica e contemporaneamente ne diminuisce l'intensità media, l'ipotesi di sincronismo va a favore di sicurezza permettendo di considerare delle velocità maggiori delle effettive, quindi un tempo di percorrenza minore e di conseguenza anche un tempo di concentrazione minore ed infine una intensità di pioggia maggiore.

La massima portata di colmo di piena è stata calcolata, per ogni sezione di progetto, tramite una procedura iterativa così riassunta:

- Si è adottata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla stazione di riferimento Marina di Ravenna, per precipitazioni di durata *inferiore ad un'ora* (rif. precedente Tabella 1) per il tempo di ritorno di progetto assunto pari a 20 anni.
- Per ogni sezione di verifica si è determinata la superficie sottesa S ed il suo coefficiente d'afflusso medio φ . In questo caso ad ogni caditoia è stata assegnata una superficie di competenza pari a 375 m² (25 m x 15 m).
- Ad ogni ramo della rete di drenaggio si è assegnato il tempo di accesso t_a in base alle caratteristiche topografiche e di urbanizzazione dell'area servita. In questo caso pari a 300 secondi.
- Il modello calcola il tempo di rete t_r per ogni condotto, assumendo la velocità di prima approssimazione ricavata considerando la tubazione al massimo grado di riempimento accettato dall'utente. Per questo caso il grado di riempimento massimo è stato assunto $G=0,8$ e la velocità di scorrimento pari a 1 m/s.
- Viene calcolato il tempo di concentrazione/corrivazione t_c assumendolo pari alla somma dei tratti confluenti a monte del ramo considerato più il tempo di percorrenza del ramo stesso, ad esclusione dei rami iniziali della rete per i quali il tempo di corrivazione è stato assunto pari alla somma tra il tempo di accesso e quello di percorrenza. Per i casi eccezionali in cui capiti che il tempo di concentrazione dei tratti confluenti sia minore del tempo di accesso assunto per l'area parziale sottesa; il tempo di corrivazione sarà calcolato come somma del tempo di accesso e tempo di percorrenza del tratto. In questo caso, essendo la rete composta da un'unica dorsale, il tempo di corrivazione viene calcolato molto semplicemente come somma tra tempo di accesso e tempo di percorrenza. Questo vale $t_c=460$ secondi. Il valore del tempo di corrivazione ricavato conferma la scelta di adottare la curva di possibilità pluviometrica relativa ad eventi inferiori ad un'ora.
- Noto il tempo di corrivazione si determina l'intensità media di precipitazione di durata pari a t_c e la relativa portata al colmo di piena.

Essendo la rete in progetto molto semplice, di ridotta estensione e lunghezza, si ritiene sufficiente ricavare la portata massima di progetto che confluisce nella tubazione terminale della rete, verificandone conseguentemente l'adeguatezza.

2.3 VERIFICA DEI COLLETTORI

Il modello di calcolo, nota la portata al colmo di piena di primo tentativo, proporziona lo speco in ciascun tronco della rete con pendenza e sezione costanti e determina la velocità corrispondente in condizioni idrauliche di moto uniforme utilizzando la relazione di Chézy:

$$V = \chi \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

V : velocità nel tratto in esame (m/s);

χ : parametro di resistenza al moto di Chézy (m^{1/2}/s);

R : raggio idraulico della sezione (m), $R = S / P$ con S la sezione di deflusso della condotta (m²) e P il contorno bagnato della sezione (m);

i : pendenza della condotta (m/m).

Le condizioni di moto considerate sono quelle usuali di correnti assolutamente turbolente, in queste situazioni il parametro di resistenza al moto dipende solo dalla scabrezza di parete della condotta e dal raggio idraulico, non più dal numero di Reynolds.

Il parametro di resistenza al moto, χ , viene quindi calcolato tramite l'espressione di Gauckler e Strickler:

$$\chi = K_s \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove K_s ($m^{1/3}/s$) è il coefficiente di scabrezza della condotta secondo Gaukler-Strickler compreso tra 10 e 200, riassunto nella seguente tabella.

Tabella 3
 Parametro di scabrezza per condotte utilizzate

Materiale	Scabrezza (G-S)
PEAD_SN8	90 $m^{1/3}/s$

Il modello di calcolo procede quindi iterativamente, adottando questo valore di velocità e ricalcolando il tempo di concentrazione (senza ricalcolare i tempi di accesso che si possono considerare costanti), l'intensità media di pioggia, la relativa portata al colmo di piena, la velocità e il tempo di rete. In caso di coincidenza delle velocità si passa alla sezione successiva di valle.

Infine, in funzione della scala di deflusso delle portate, viene calcolato il tirante idrico ed il relativo grado di riempimento nella sezione verificata e si passa al calcolo della sezione successiva di valle.

Dai calcoli effettuati per tempo di ritorno di 20 anni, si evince che l'intera rete fognaria verificata risulta avere funzionamento a pelo libero.

Nella successiva tabella si riassumono i risultati ottenuti dal procedimento di calcolo sopra descritto per il collettore terminale della rete, che, vista la semplicità di quest'ultima, risulta essere il più critico per lo smaltimento delle portate meteoriche:

Tabella 4
 Risultati del calcolo idraulico per la condotta terminale della rete

Lunghezza rete	m	158
Pendenza rete	%	0,2
Tempo di corrivazione	secondi	460
Intensità di pioggia massima	mm/h	125,43
Grado di riempimento massimo	%	61
Portata massima	l/s	37,89
Area bagnata massima	m^2	0,05
Raggio idraulico massimo	m	0,087
Velocità massima	m/s	0,77

Come si osserva dalla Tabella 4 soprastante, anche il tratto critico terminale della rete risulta essere verificato.

Per evitare di interferire con i tiranti strutturali in progetto ed evitare scavi eccessivi, è stato necessario mantenere la rete a quote abbastanza elevate, senza scendere troppo in profondità. Al contempo, è risultato necessario garantire per ogni tratto delle tubazioni un ricoprimento minimo di 50 cm.

Considerando questi due fattori, si ritiene accettabile la possibilità di avere alcuni tratti della rete in progetto con funzionamento in pressione. L'asse della tubazione che confluisce nel pozzetto terminale si trova ad una quota assoluta di -0,53 m s.l.m. Tale pozzetto ha una profondità di circa 1,5 m e consente quindi l'inserimento di questa rete aggiuntiva senza necessità di ulteriori modifiche.

2.4 VERIFICA PROFILO RETE

Per verificare l'efficacia della rete, nonostante questa assuma un profilo a gradini, è stata effettuata una simulazione dell'evento di pioggia critico per $Tr=20$ anni, utilizzando il software EPA SWMM 5.1, reso disponibile gratuitamente dall'EPA (Environmental Protection Agency).

Questo permette di effettuare simulazioni di eventi meteorici, statiche o dinamiche, e di verificare il corretto funzionamento delle reti di smaltimento acque meteoriche progettate.

La rete è stata riportata nel software e, per ogni caditoia in progetto, si è assegnato il relativo 'subcatchment', cioè l'area drenante di banchina verso la caditoia stessa.

La Figura 2-1 mostra la configurazione planimetrica considerata per la rete in progetto. Si evidenzia che le distanze e le dimensioni dei vari elementi vengono inserite parametricamente all'interno del programma; l'immagine mostra quindi il solo schema di funzionamento della rete.

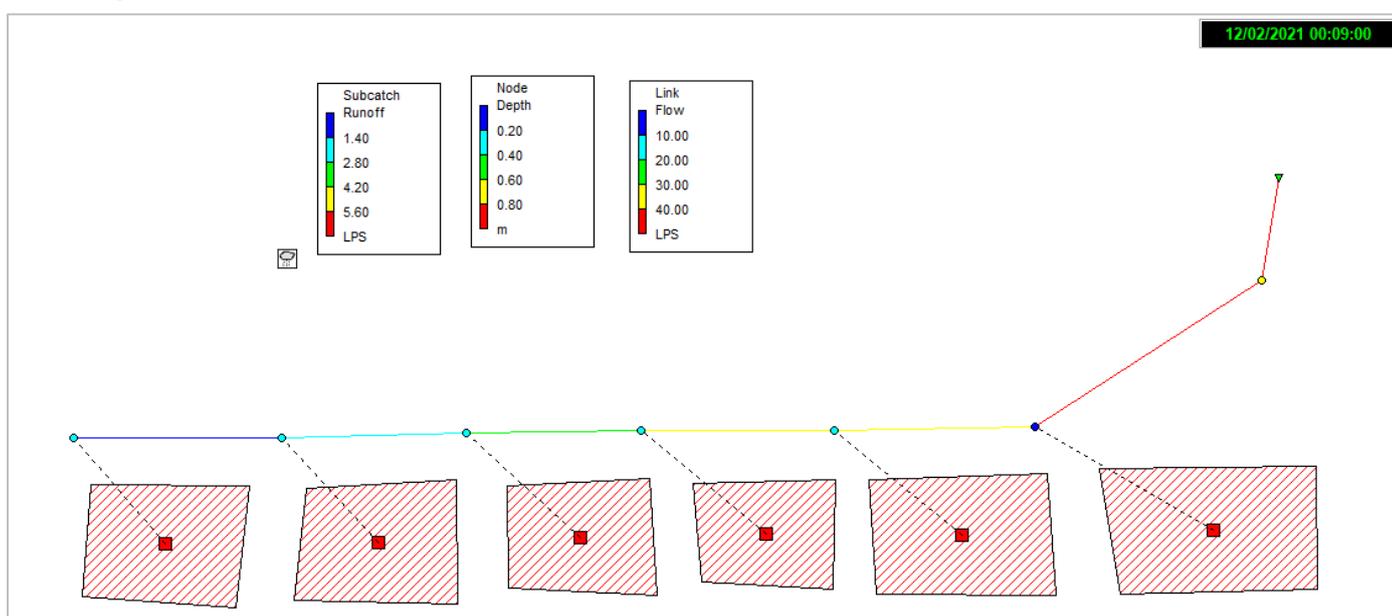


Figura 2-1 – Simulazione della rete di smaltimento acque meteoriche per la banchina Bunge Sud

Per il corretto funzionamento del software, è necessario inserire anche i parametri relativi alla curva di possibilità pluviometrica relativa al tempo di corrivazione calcolato per la rete stessa, andando così a identificare l'evento in grado di cementare maggiormente la rete (elemento 'RainGage' nel software).

Sono stati inseriti dunque tutti i parametri e le caratteristiche delle condotte, dei pozzetti e dell'evento meteorico descritte nelle precedenti sezioni 2.2, 2.3, 2.4.

Vengono in seguito mostrati i risultati ottenuti dal software:

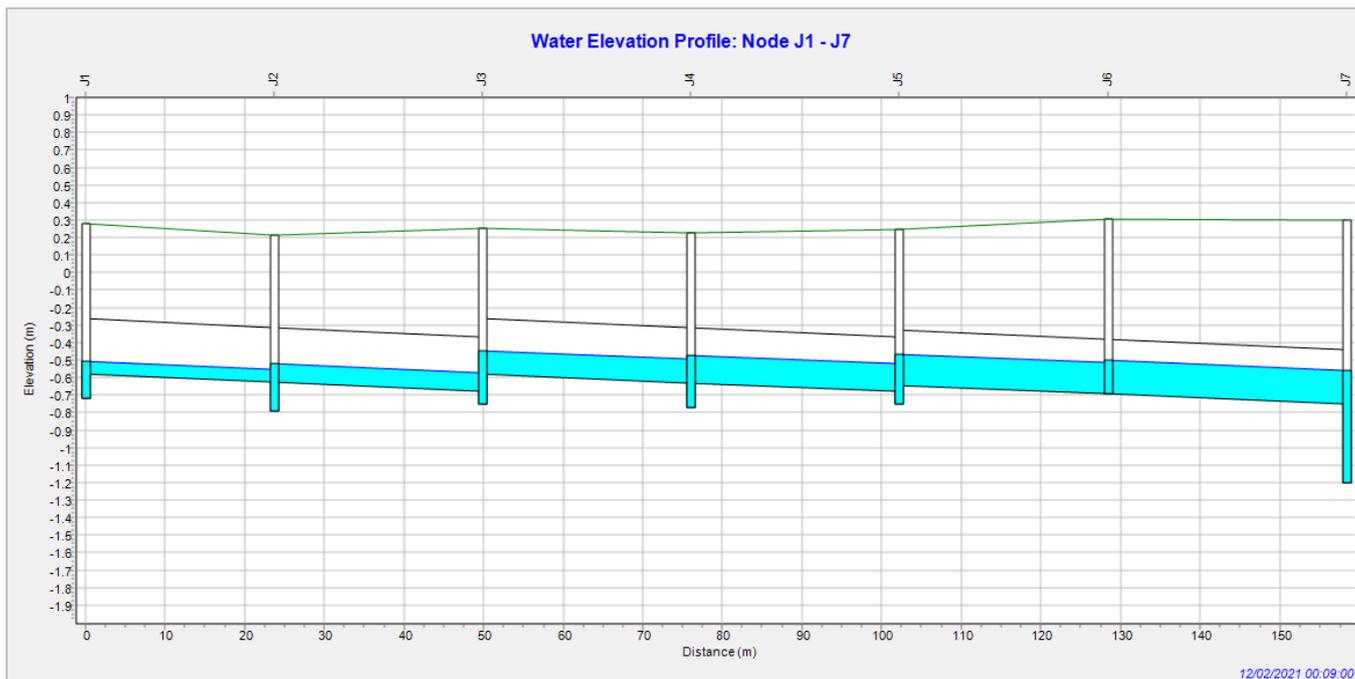


Figura 2-2 – Profilo della rete di drenaggio ottenuto con SWMM per $t_c=460$ secondi e $T_r=20$ anni

Days	Hours	Link C1	Link C2	Link C3	Link C4	Link C5	Link C6
0	00:01:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	00:02:00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0	00:03:00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
0	00:04:00	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
0	00:05:00	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07
0	00:06:00	0.06	0.08	0.10	0.10	0.11	0.11
0	00:07:00	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14	0.15
0	00:08:00	0.07	0.10	0.13	0.15	0.16	0.17
0	00:09:00	0.07	0.11	0.13	0.16	0.18	0.19
0	00:10:00	0.07	0.10	0.13	0.15	0.17	0.19
0	00:11:00	0.06	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18
0	00:12:00	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16
0	00:13:00	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14
0	00:14:00	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
0	00:15:00	0.04	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12
0	00:16:00	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11
0	00:17:00	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10
0	00:18:00	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10
0	00:19:00	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	00:20:00	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09

Figura 2-3 – Livelli dei tiranti ottenuti all'interno delle tubazioni per $t_c=460$ secondi e $T_r=20$ anni

Days	Hours	Node J1	Node J2	Node J3	Node J4	Node J5	Node J6	Node J7
0	00:01:00	0.14	0.16	0.17	0.14	0.11	0.00	0.45
0	00:02:00	0.15	0.18	0.18	0.16	0.13	0.02	0.45
0	00:03:00	0.17	0.19	0.20	0.17	0.14	0.03	0.46
0	00:04:00	0.18	0.21	0.22	0.20	0.17	0.05	0.48
0	00:05:00	0.19	0.23	0.25	0.23	0.20	0.08	0.51
0	00:06:00	0.20	0.24	0.27	0.25	0.23	0.12	0.55
0	00:07:00	0.21	0.26	0.28	0.27	0.26	0.15	0.58
0	00:08:00	0.21	0.26	0.30	0.29	0.28	0.18	0.61
0	00:09:00	0.21	0.27	0.30	0.30	0.29	0.20	0.64
0	00:10:00	0.20	0.26	0.29	0.29	0.28	0.19	0.64
0	00:11:00	0.20	0.25	0.28	0.27	0.27	0.17	0.63
0	00:12:00	0.19	0.24	0.27	0.26	0.25	0.16	0.61
0	00:13:00	0.19	0.23	0.26	0.25	0.24	0.14	0.60
0	00:14:00	0.18	0.23	0.25	0.24	0.23	0.13	0.58
0	00:15:00	0.18	0.22	0.25	0.23	0.22	0.12	0.57
0	00:16:00	0.18	0.22	0.24	0.23	0.21	0.11	0.56
0	00:17:00	0.17	0.21	0.24	0.22	0.20	0.10	0.55
0	00:18:00	0.17	0.21	0.23	0.22	0.20	0.10	0.55
0	00:19:00	0.17	0.21	0.23	0.21	0.19	0.09	0.54
0	00:20:00	0.17	0.20	0.22	0.21	0.19	0.08	0.53

Figura 2-4 – Livelli dei tiranti ottenuti all'interno dei pozzetti/caditoia per $t_c=460$ secondi e $T_r=20$ anni

Days	Hours	Link C1	Link C2	Link C3	Link C4	Link C5	Link C6
0	00:01:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	00:02:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	00:03:00	0.22	0.17	0.16	0.16	0.16	0.10
0	00:04:00	1.36	1.73	1.65	1.61	1.65	1.38
0	00:05:00	2.95	4.89	5.83	6.08	6.12	5.64
0	00:06:00	4.52	8.30	11.21	13.19	14.30	14.12
0	00:07:00	5.95	11.40	16.17	20.23	23.50	25.30
0	00:08:00	7.18	14.07	20.44	26.24	31.42	35.46
0	00:09:00	7.99	16.02	23.67	30.86	37.56	43.43
0	00:10:00	6.55	14.11	22.03	29.85	37.52	44.85
0	00:11:00	5.32	11.56	18.29	25.42	32.89	40.75
0	00:12:00	4.39	9.58	15.11	21.08	27.44	34.48
0	00:13:00	3.67	8.04	12.70	17.68	22.96	28.86
0	00:14:00	3.08	6.82	10.78	15.00	19.47	24.41
0	00:15:00	2.64	5.77	9.17	12.83	16.65	20.87
0	00:16:00	2.30	5.05	7.96	11.05	14.33	17.98
0	00:17:00	1.99	4.40	6.96	9.65	12.46	15.60
0	00:18:00	1.74	3.84	6.11	8.48	10.93	13.64
0	00:19:00	1.51	3.36	5.35	7.47	9.66	12.01
0	00:20:00	1.34	3.02	4.76	6.57	8.54	10.71

Figura 2-5 – Portate massime ottenute all'interno delle tubazioni per $t_c=460$ secondi e $T_r=20$ anni

Per concludere, si osserva che considerando la rete a gradini, non si verifica effettivamente un funzionamento in pressione della rete. Questo è osservabile anche dai risultati ottenuti e mostrati precedentemente.

Questo è dovuto soprattutto al fatto che le caditoie per l'intercettazione del deflusso superficiale sono disposte ogni 25 m; per una maggior efficienza della rete si potrebbe utilizzare una canaletta lungo tutta la lunghezza della banchina. Una soluzione a canaletta rischierebbe però di interferire con le operazioni di carico e scarico che avvengono quotidianamente sulla superficie di banchina. Si è dunque optato per mantenere la soluzione provvista di singole caditoie di raccolta.

Per ovviare alla problematica di intasamento dovuta alla presenza dei materiali sciolti movimentati sul piano di campagna, potrebbe essere opportuno inserire delle caditoie provviste di cestello zincato interno, da sottoporre a svuotamento periodico da parte degli operatori di banchina. La presenza di un profilo a gradini e, soprattutto, di tubazioni non posate sul fondo dei pozzetti, consente di garantire una certa sicurezza nei confronti del rischio di intasamento delle tubazioni da parte dei materiali sciolti che potrebbero entrare nella rete di fognatura.

3 RETE ANTINCENDIO E IMPIANTI ACCESSORI

In questa sezione verranno descritti gli interventi che saranno effettuati sui restanti impianti previsti a progetto sulla banchina. Come già anticipato in precedenza, non è prevista la realizzazione di una rete antincendio di banchina. L'unica altra tipologia di impianto che verrà realizzata sarà la predisposizione di un cavidotto per la fornitura di energia elettrica in banchina.

3.1 RETE ANTINCENDIO

Non è prevista la realizzazione a progetto di alcun sistema antincendio a servizio della banchina Bunge Sud. È presente una tubazione antincendio che corre al di sotto dei silos lungo le banchine Bunge Nord e Sud di proprietà del terminalista. Questa è dotata di naspi e di attacchi per manichette.

3.2 PREDISPOSIZIONE PER IMPIANTI ELETTRICI

Il sistema di cavidotti previsto a progetto è descritto nel paragrafo 1.2.2. Non si ritiene necessaria la verifica a schiacciamento delle tubazioni a progetto, in quanto è stata prevista un'apposita baulatura in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata; questa dovrà garantire un ricoprimento di almeno 10 cm al di sopra della generatrice superiore delle tubazioni.

4 CONCLUSIONI

Nella progettazione delle reti di fognatura di nuova realizzazione, o delle estensioni di quelle esistenti, risulta sempre più fondamentale garantire l'invarianza idraulica del sistema, cioè il mantenimento, da parte dell'intero sistema di drenaggio, delle portate massime scaricate nei corpi idrici ricettori rispetto a quelle precedenti all'intervento.

Nel presente caso, il progetto non prevede la realizzazione di una nuova rete, bensì l'ampliamento di una esistente. Tuttavia, l'intervento non comporta un aumento di superficie scolante per la rete esistente, ma costituisce solamente un'estensione in grado di coadiuvare l'attuale rete che presenta spesso problemi di efficienza, permettendo di drenare parte delle acque piovane all'interno di questo nuovo tratto.

Questa verifica risulta essere in questo caso molto importante, poiché le portate collettate verranno scaricate nell'esistente vasca di raccolta sulla banchina Bunge Nord, la quale non è soggetta ad alcun tipo di intervento. Dalle considerazioni sovraesposte è possibile affermare che l'opera prevista in questi interventi non comporterà un sovraccarico per l'attuale sistema di raccolta e scarico a mare.