



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Centrale



Porti di Pesaro, Falconara, Ancona, S.Benedetto, Pescara, Ortona, Vasto

**PORTO DI ORTONA**

**APPROFONDIMENTO DEI FONDALI MEDIANTE DRAGAGGIO E CONSOLIDAMENTO  
DELLA BANCHINA DI RIVA**

**C.U.P. J79J21012000006**

**INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DELLA BANCHINA - PRIMO TRATTO**

**PNRR - Missione M5C3 "Interventi speciali per la coesione territoriale" - Investimento 4  
"Interventi infrastrutturali per le Zone Economiche Speciali (ZES)"**

**Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica**

Il Responsabile unico del procedimento:

Ing. Gianluca Pellegrini

Il Progettista:



Modimar  
Project S.r.l.

23

002

FR

006

0

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

Data	Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Verificato
14/06/2023		Emissione per Conferenza dei Servizi	Camusi	Capozzi	Capozzi

## Sommario

1	Premessa .....	2
2	Criteri utilizzati per la determinazione delle intensità di pioggia .....	3
3	Calcoli idraulici di dimensionamento della rete di drenaggio .....	6
3.1	Rete di drenaggio delle acque di prima pioggia .....	7
3.2	Dimensionamento dei canali di scarico delle acque meteoriche .....	9
3.3	Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia .....	10

## 1 PREMESSA

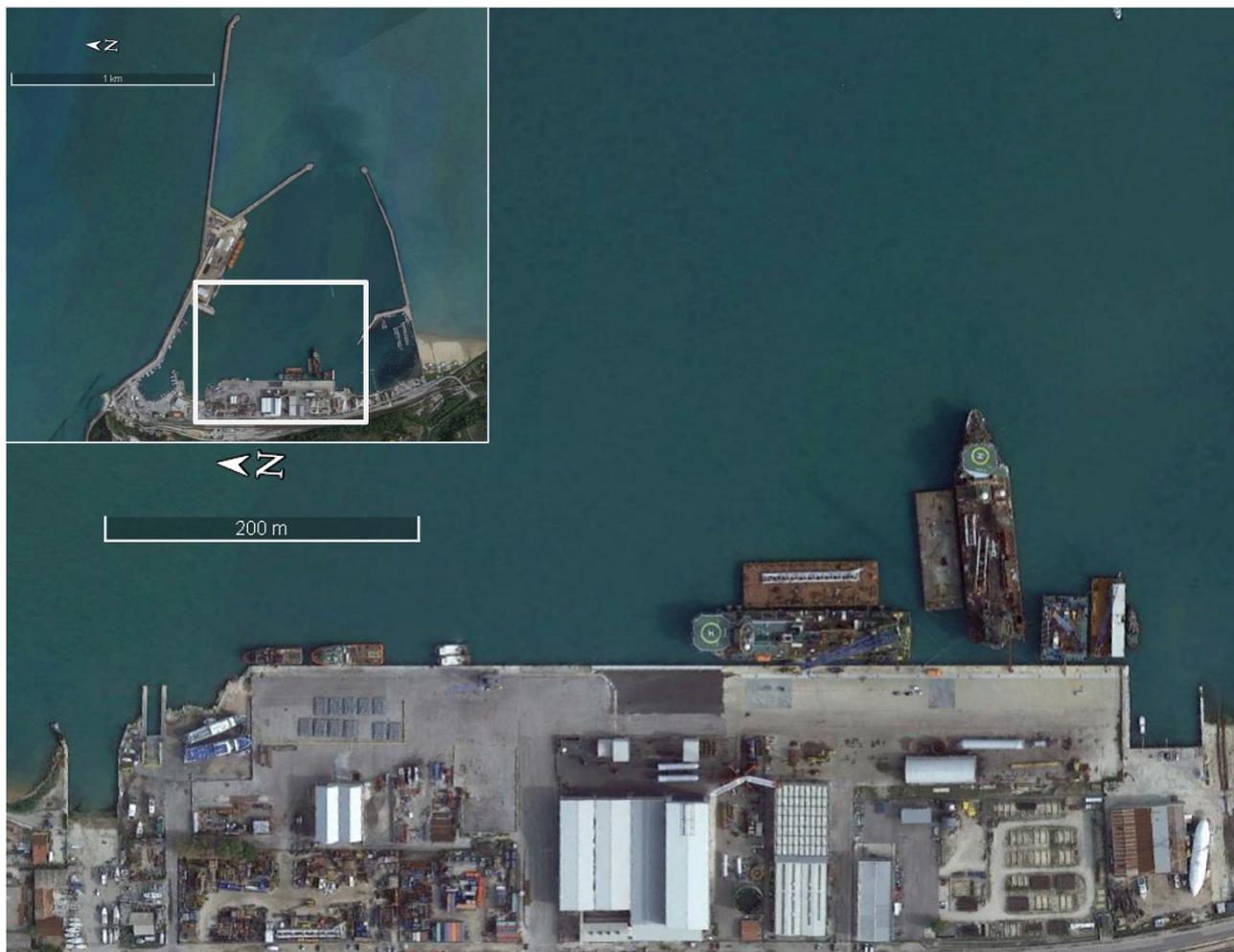
La presente relazione idrologica e idraulica ha come obiettivo l'individuazione dei deflussi di origine pluviale che interesseranno l'area dell'intervento di consolidamento della banchina di Riva del Porto di Ortona e conseguentemente il progetto e la verifica della rete di raccolta e smaltimento delle portate meteoriche ai fini del mantenimento di idonee condizioni di sicurezza idraulica della banchina stessa. L'intervento di sistemazione idraulica è inserito nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica dell'*Approfondimento dei fondali mediante dragaggio e consolidamento della Banchina di Riva nel Porto di Ortona* che si pone come obiettivo la riqualificazione e il potenziamento di strutture di banchina già esistenti ed in esercizio all'interno del porto di Ortona, per adeguarle alle moderne esigenze di operatività portuale.

L'intervento progettato riguarda la realizzazione di un "rifodero" dell'attuale fronte della banchina di Riva "Primo Tratto" allineato secondo l'asse longitudinale per uno sviluppo complessivo di circa 230 m ed aggettante circa 3 m rispetto all'attuale ciglio di banchina.

Per i lavori di rifodero della banchina è stata analizzata la seguente soluzione progettuale che prevede l'incapsulamento della banchina esistente attraverso la realizzazione di un telaio costituito lato mare da una paratia combinata di pali metallici e palancole tipo Z collegata attraverso una soletta di impalcato a singoli pali trivellati di c.a. alle spalle del muro attuale.

Tale soluzione consente da un lato di non far gravare sul terrapieno a tergo della banchina i sovraccarichi variabili di progetto riducendo la spinta del terreno sulla struttura e dall'altro di consentire che tali carichi siano direttamente ricondotti negli strati più profondi caratterizzati da parametri geomeccanici migliori. L'intasamento con calcestruzzo tra la nuova paratia metallica e la struttura a massi sovrapposti esistente, eviterà ulteriori fenomeni di sifonamento del terreno a tergo dell'opera di sostegno garantendo la funzionalità della banchina e dell'adiacente piazzale. Pertanto nei paragrafi che seguono verrà riportata preliminarmente la metodologia di individuazione delle intensità di pioggia e conseguentemente quella delle portate pluviali che interessano l'area di intervento sulla base delle indicazioni del progetto VA.PI. (VALutazione delle Piene in Italia) portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCl) per i compartimenti di Roma e Pescara.

Facendo riferimento ai valori di progetto delle portate così ottenute sono state effettuate le verifiche idrauliche dei vari tronchi di tubazione che costituiscono la rete di drenaggio, tenendo presenti anche le necessità di effettuare la disoleazione ed il trattamento in continuo delle acque di dilavamento dei piazzali per mezzo di idonei impianti di disoleazione.



*Figura 1-1 Localizzazione dell'ambito portuale oggetto di studio*

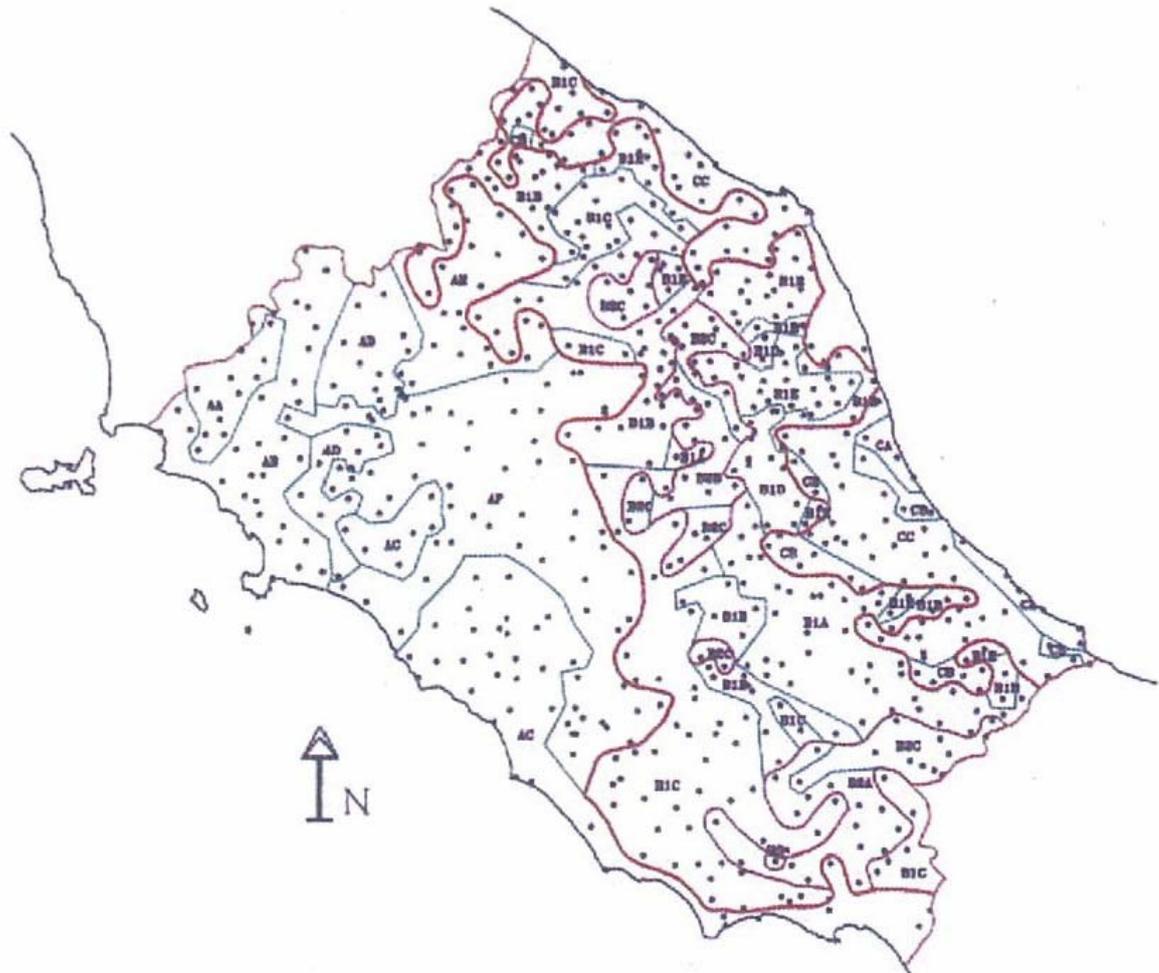
## 2 CRITERI UTILIZZATI PER LA DETERMINAZIONE DELLE INTENSITÀ DI PIOGGIA

Per la determinazione dell'intensità di pioggia per differenti tempi di ritorno, è stata utilizzata la procedura proposta da Calenda G., Casentino C. (1996) relativa all'analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale, in cui vengono considerati tre livelli di regionalizzazione, individuando:

- al primo livello, regioni omogenee rispetto ai parametri  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$ , da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di asimmetria;
- al secondo livello, zone omogenee anche rispetto al parametro  $\Lambda_b$ ; da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di variazione;
- al terzo livello, sottozone omogenee rispetto alla dipendenza del parametro  $\Theta_{b,d}$  e quindi della media  $\mu_{hd}$ , da alcune grandezze geografiche locali



I compartimenti di Roma e Pescara risultano suddivisi complessivamente in 3 zone omogenee, le quali sono suddivise ulteriormente per il terzo livello di regionalizzazione nei confronti delle precipitazioni intense (Figura 2-1).



**Figura 2-1: Mappa del territorio e suddivisione in sottozone omogenee**

Le curve di crescita necessarie per correlare il periodo di ritorno (T) con il coefficiente probabilistico di crescita (Kt) sono definite dalla seguente relazione:

$$T = \frac{1}{1 - F_k(k)} = \frac{1}{1 - \exp\left(-\Lambda_1 \cdot e^{-\eta \cdot k} - \Lambda_* \cdot \Lambda_1^{1/\theta_*} \cdot e^{-\eta \cdot k / \theta_*}\right)}$$

dove per il Porto di Ortona (zona Ca) risulta:

$$\Lambda_* = 0.685$$

$$\Lambda_1 = 35.911$$

$$\theta_* = 2.547$$

$$\eta = 5.424$$

ottenendo per un tempo di ritorno di 10, 20, 25, 50 e 100 anni un fattore di crescita  $K_t$  pari rispettivamente a 1.57, 1.89, 1.99, 2.31 e 2.64.

La stima dell'intensità di precipitazione puntuale di durata  $d$  e tempo di ritorno  $T$  si ottiene moltiplicando il fattore di crescita opportuno con l'intensità indice definita da:

$$m(i_d) = m(i_o) \times (b/(b+d))^n$$

dove:

$$n = \frac{\ln[m(i_g)] - \ln[m(i_o)] + \ln[\delta]}{\ln\left[\frac{b}{b+24}\right]}$$

$m(i_d)$  → media del massimo annuale dell'intensità puntuale di precipitazione di durata  $d$  (ore)

$m(i_g)$  → media del massimo annuale dell'intensità puntuale di precipitazione giornaliera

$m(i_o)$  → media del massimo annua. dell'intensità puntuale di precipitazione istantanea

$$\delta = m(i_{24}) / m(i_g) = 1.15$$

Per la determinazione  $m(i_g)$  si è visto che dipende dalla quota della stazione pluviometrica:

$$m(i_g) = (c \times z + d) / 24 = 2.69 \text{ mm/h}$$

dove per la zona di Ortona (Ca) si ha:

$$c = 0.01333 \text{ mm/m}$$

$$z = 2.00 \text{ m s.l.m. - Quota banchina}$$

$$d = 64.608 \text{ mm}$$

$$b = 0.1176 \text{ h}$$

$$m(i_o) = 136.6996 \text{ mm/h}$$

Per la banchina di Ortona si ottiene un valore  $n = 0.712$ ; in definitiva l'altezza di pioggia cumulata con periodo di ritorno  $T$ -ennale è data da:

$$i_T(d) = K_T \cdot 136.7 \cdot \left(\frac{0.1176}{0.1176 + d}\right)^{0.712}$$

Per precipitazioni con  $T_r = 25$  anni →  $i(\text{mm/h}) = 272 \cdot \left(\frac{0.1176}{0.1176 + d}\right)^{0.712}$

Con  $d$  durata delle precipitazioni in ore.

### 3 CALCOLI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

Nel presente paragrafo saranno descritte le scelte progettuali effettuate nell'ambito della progettazione di fattibilità tecnica economica delle opere di consolidamento della Banchina di Riva del Porto di Ortona; in particolare verrà descritta e dimensionata la rete di drenaggio attinente alle aree di piazzale antistanti la banchina di Riva. La rete di drenaggio verrà realizzata con canalette rinforzate per alti carichi dotate di griglie F900 idonee al transito di mezzi pesanti che intercetteranno le acque meteoriche ricadenti sul piazzale e le convoglieranno verso l'impianto di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia. La soluzione di affidare il drenaggio delle acque meteoriche esclusivamente a canali di scarico risulta particolarmente conveniente e di facile applicazione permettendo il deflusso delle acque verso due pozzetti di raccolta. Dai pozzetti di raccolta del piazzale le acque verranno inviate a gravità verso i vicini impianti di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia posizionati nei tratti terminali della banchina di Riva interessato dall'intervento. La valutazione delle portate in base alle quali dimensionare le opere di smaltimento è stata eseguita con il metodo cinematico secondo la formula:

$$Q = \phi \times I \times A$$

nella quale:

- $\phi$  "coefficiente di afflusso", rapporto tra volume affluito ai collettori e volume precipitato sul terreno, trattandosi di superficie pavimentata è stato assunto pari a 0,9;
- $A$  Area della superficie per la quale si valuta la portata;
- $I(t_c)$  l'intensità di precipitazione relativa al tempo di corrivazione caratteristico dell'area, ricavata dalle leggi di possibilità climatica.

Il tempo di corrivazione (che rappresenta il tempo di percorrenza delle gocce di pioggia per raggiungere, dal punto di caduta, la canalizzazione) che può essere espresso come:

$$t_c = t_a + t_r = 600 + 77 = 677 \text{ s} = 0.19 \text{ h}$$

dove

$t_a = 300 \div 900 \text{ s}$  tempo di ruscellamento (o tempo di accesso alla rete) pari al tempo massimo impiegato dalle particelle di pioggia a raggiungere la condotta a partire dal punto di caduta, nel caso in esame si è assunto un tempo di accesso di 600 secondi;

$t_r = L/V$  - rappresenta il tempo di vettoriamento o tempo di percorrenza entro le canalizzazioni; assumendo un a lunghezza del canale pari  $L=115 \text{ m}$  e una velocità pari a circa  $1.5 \text{ m/s}$  si ottiene  $t_r=77 \text{ s}$

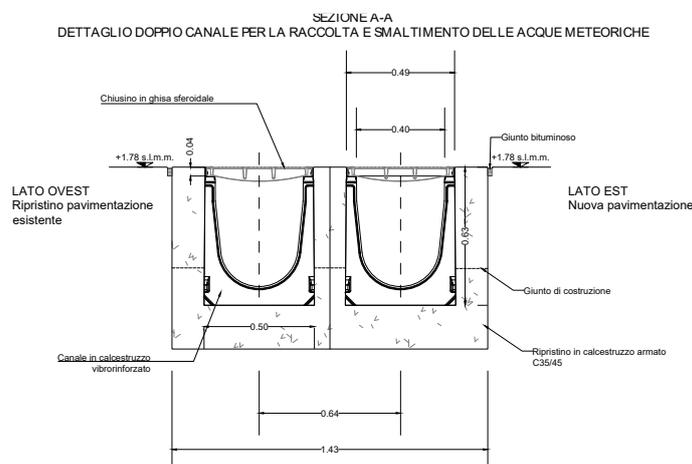
L'intensità di precipitazione è pertanto uguale a  $137 \text{ mm/h}$

La disposizione delle tubazioni prevede la restituzione delle acque piovane nel fiume Pescara in tre punti, posti in prossimità della banchina.

### 3.1 Rete di drenaggio delle acque di prima pioggia

La rete di raccolta delle acque meteoriche riguarderà l'intera superficie della banchina di riva interessata dall'intervento e recepirà le precipitazioni meteoriche ricadenti in un'area totale di circa 13750 m<sup>2</sup>. L'intervento di consolidamento della nuova banchina di Riva interesserà una fascia di 30 m a tergo del filo banchina e comprenderà il raccordo della pavimentazione dalla nuova quota di banchina posta a +2.00 m s.l.m. con la pavimentazione esistente che presenta una quota di circa +1.78 m s.l.m. L'intervento di consolidamento verrà realizzato in modo da permettere il recepimento delle acque meteoriche mediante un drenaggio lineare con canalette di raccolta prefabbricate, posizionato in corrispondenza di un'unica linea di compluvio risultante dal raccordo con la pavimentazione esistente; in questo modo saranno impediti versamenti di acque piovane non disoleate in mare. La rete di raccolta sarà composta da due tratti di rete speculari che recepiranno le acque meteoriche ricadenti rispettivamente nell'area di piazzale a Nord e a Sud e le convoglieranno verso i due rispettivi impianti di trattamento delle acque di prima pioggia in continuo, posizionati rispettivamente nell'estremità Nord e Sud dell'area interessata dall'intervento.

Ogni tratto, come mostrato in Figura 3-1, è realizzato con due canali affiancati ed idraulicamente separati di lunghezza pari a 115 m che intercetteranno le acque ricadenti sulla pavimentazione di raccordo, canale Est, e sulla pavimentazione esistente, Canale Ovest. Le coppie dei canali di drenaggio delle aree Nord e Sud confluiranno nella sezione terminale in appositi pozzetti di raccolta, da questi le acque meteoriche confluiranno, attraverso tubazioni in PVC DN315 dedicate, nel pozzetto scolmatore che intercetterà le acque di prima pioggia inviandole al trattamento di disoleazione da cui verranno versate in mare. Nello stesso pozzetto scolmatore le acque eccedenti (di seconda pioggia) che non presentano inquinanti saranno bypassate e inviate direttamente in mare. I canali prefabbricati saranno rinfiacati con un getto di calcestruzzo in grado di assicurare la resistenza al transito dei carichi pesanti previsti nell'area di intervento. In Figura 3-2 è mostrata la planimetria della rete di drenaggio delle acque meteoriche, con evidenziate le aree sottese ad ogni canaletta e il posizionamento delle aree destinate agli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia.



**Figura 3-1: Dettaglio doppio canale per la raccolta delle acque meteoriche**



PLANIMETRIA CON LO SCHEMA DEL TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

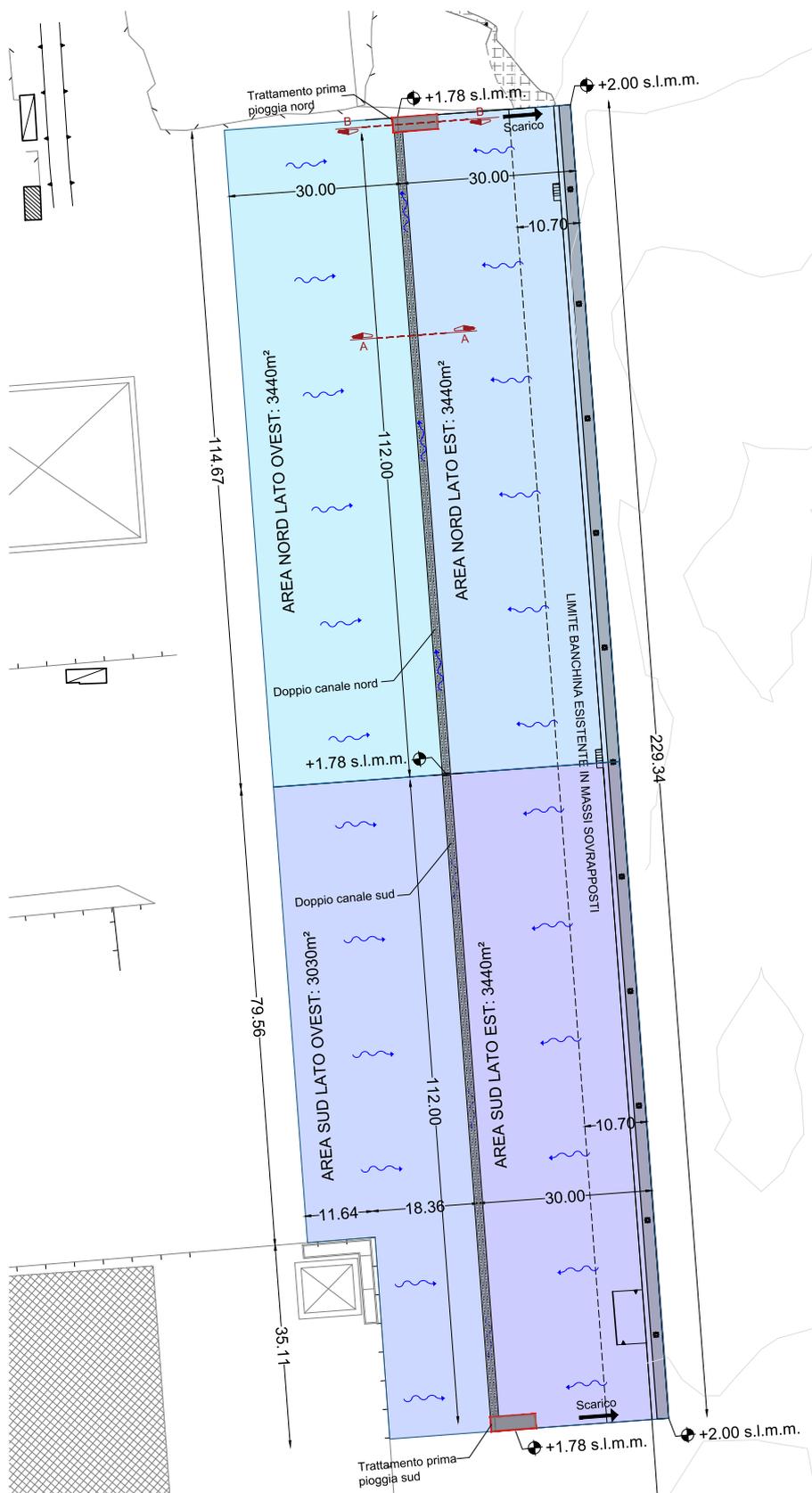


Figura 3-2: Planimetria della rete di drenaggio delle acque meteoriche

### 3.2 Dimensionamento dei canali di scarico delle acque meteoriche

I canali di scarico sono stati dimensionati considerando un tempo di ritorno pari a 25 anni ed una precipitazione intensa di 0.17 ore (durata inferiore all'ora) a cui corrisponde un'intensità di pioggia:

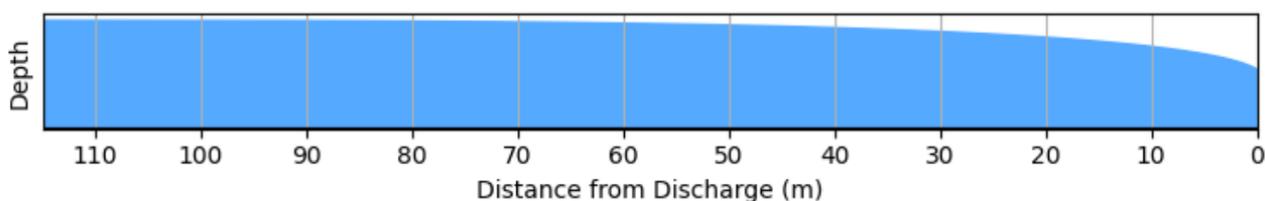
$$i = 137 \text{ mm/h}$$

Per il dimensionamento dei canali sono state utilizzate canalette prefabbricate con le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

	Area <i>m<sup>2</sup></i>	Lunghezza <i>m</i>	Larg. Canale <i>mm</i>	Sezione drenaggio <i>mm<sup>2</sup></i>
<b>Canale area Nord – lato Ovest</b>	3440	115	400	1758
<b>Canale area Nord – lato Est</b>	3440	115	400	1758
<b>Canale area Sud – Lato Ovest</b>	3030	115	400	1758
<b>Canale area Sud – Lato Est</b>	3440	115	400	1758

Le verifiche dei canali sono state effettuate con l'ausilio di software specifici di modellazione che considerano un moto permanente della corrente ed impongono il raggiungimento dell'altezza critica in corrispondenza della sezione di sbocco nei pozzetti di raccolta delle acque meteoriche. Data la similarità delle verifiche (stessa geometria, stesse lunghezze, aree sottese, etc.) e l'utilizzo della stessa tipologia di canale è stata effettuata la verifica di dimensionamento per i tratti che sottendono le aree maggiori. Nella Figura 3-3 è riportata la verifica del canale con il relativo profilo di corrente e caratteristiche idrauliche.

#### Hydraulic Profile



#### Design & Rainfall Data

Channel Run Ref.	Canale Est	Channel Location	Ortona
Channel Length (m)	115	Area Drained(m <sup>2</sup> )	3440
Surface Type	Asphalt	Run-Off Coefficient	0.9
Longitudinal Slope (%)	0	Pipe Connection	Free Discharge
Loading EN 1433:2002	D400 - F900		
Rainfall	137 mm/h		

#### Hydraulic Results

Total Outflow (end: l/s)	117.8	*Used Volume (%)	90%
Velocity (end: m/s)	1.5		

Figura 3-3: Verifiche di dimensionamento del canale di drenaggio

Le canalette prefabbricate potranno essere di similare tipologia a quelle utilizzate nelle verifiche purché risultino adeguate a garantire lo smaltimento delle medesime portate con gradi di riempimento inferiore all'90% della sezione di drenaggio; considerando le portate ed i gradi di riempimento restituiti dalle verifiche di dimensionamento potranno essere utilizzate canalette di drenaggio similari con una sezione di drenaggio non minore di 1750 cm<sup>2</sup>.

### 3.3 Impianto di trattamento delle acque di prima pioggia

Il trattamento delle acque del piazzale viene effettuato nel rispetto della norma UNI EN 508, come meglio specificato nel seguito, utilizzando specifici "impianti" aventi le seguenti funzioni di:

- disoleazione e trattamento delle acque riversate nel sistema di raccolta fanghi/sabbia e poi disoleazione a coalescenza,
- smaltire le portate disoleate dopo il trattamento di depurazione.

Il ciclo di trattamento si svolge quindi attraverso le fasi di decantazione, disoleazione e filtrazione a coalescenza. Lo stato di calma che si viene a creare all'interno della vasca di decantazione consente di ottenere, per gravità, la deposizione del materiale solido raccolto sulle superfici impermeabili e trasportato in sospensione e la separazione degli inquinanti di peso specifico differente (e generalmente più basso) da quello dell'acqua. L'operazione consente di ottenere un effluente chiarificato (disoleazione statica) di facile trattamento per ottenere un'efficace depurazione delle acque pluviali di scarico. Le acque accumulate e chiarificate raggiungono poi il successivo comparto in cui attraverso uno speciale filtro adsorbente a coalescenza vengono trattenute le sostanze oleose di più difficile separazione. Una volta subito il trattamento sopra indicato le acque vengono scaricate direttamente in mare.

L'impianto di disoleazione in continuo dovrà essere in grado di trattare la portata delle acque di prima pioggia provenienti dal piazzale. Come indicato nel R.R. n.31/2010 della regione Abruzzo (art.12 comma 1.a), la portata di trattamento dell'impianto è stata calcolata considerando i primi 40 m<sup>3</sup> di acqua per ettaro sulla superficie scolante. Da tale assunzione, considerando un'altezza di pioggia pari a 4 mm per m<sup>2</sup> ed un coefficiente di afflusso pari a 0,90, risulta un volume delle acque di dilavamento dell'intero piazzale (13750 m<sup>2</sup>) pari a 49.5 m<sup>3</sup>; in ogni impianto confluirà quindi un volume di acque di dilavamento pari a circa 24.75 m<sup>3</sup>. Entrambi gli impianti di trattamento di prima pioggia dovranno essere in grado di trattare le acque di prima pioggia di una superficie pari a circa 7000 m<sup>2</sup>.