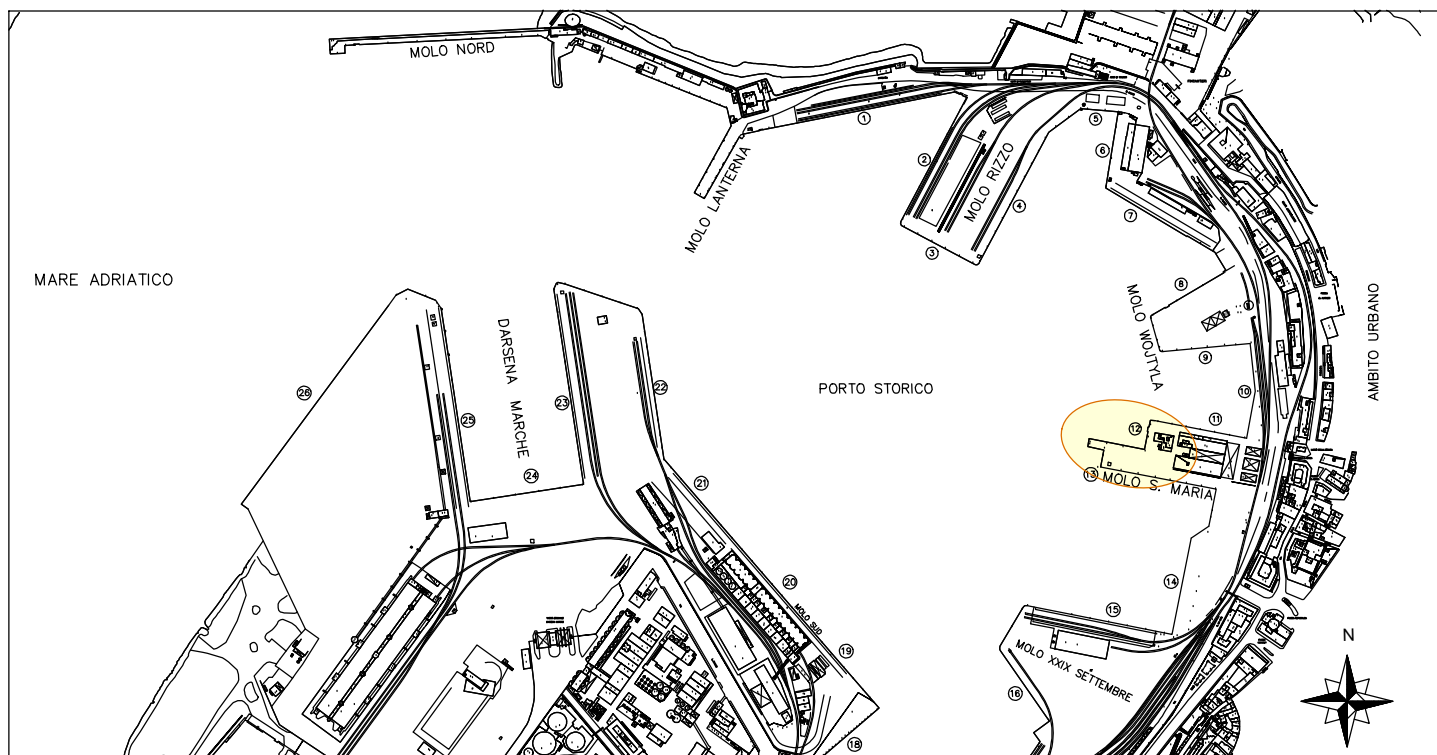


## Lavori di adeguamento delle banchine nn. 13 e 14 all'ormeggio delle navi traghetto - 2° stralcio AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO ESECUTIVO



**Il Presidente**  
(Sig. Rodolfo Giampieri)

**Il Segretario Generale**  
(Avv. Matteo Paroli)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO :

Dott. Ing. Gianluca PELLEGRINI

PROGETTAZIONE:

**ACQUA  
TECNO**



**MODIMAR S.r.l.**  
Amministratore Unico  
Dott. Ing. Marco Tartaglino

*Marco Tartaglino*

TITOLO ELABORATO:

Relazione di calcolo degli impianti

ELABORATO N° :

**OI RCI**

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE
	0	OTTOBRE/2018	

DATA:

OTTOBRE 2018

SCALA :

-

<b>1</b>	<b>GLI IMPIANTI</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>IMPIANTO DISTRIBUZIONE ACQUA POTABILE E ANTINCENDIO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>IMPIANTO DI DEFLUSSO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE</b>	<b>5</b>
3.1	Premessa	5
3.2	Opere idrauliche in progetto	5
3.3	Calcolo delle portate di progetto	6
3.4	Verifiche idrauliche	10
3.5	Trattamento acque	12

## **1     Gli impianti**

Gli impianti tecnologici trattati nel presente progetto fanno parte dei sottoservizi interessati dai lavori di allungamento delle banchine 12 e 13, per l'ormeggio delle navi traghetto nel porto di Ancona.

In particolare la nuova infrastruttura di allungamento della banchina 13, sarà dotata di un impianto di raccolta e trattamento delle acque meteoriche nel rispetto delle leggi vigenti in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, che raccoglierà le acque meteoriche insistenti sulla nuova superficie. Verrà inoltre previsto lungo il nuovo filo banchina una tubazione atta sia all'approvvigionamento idrico potabile sia all'antincendio.

Per la banchina 12 non è previsto alcun intervento impiantistico.

In sintesi gli impianti di cui alla progettazione esecutiva sono:

- distribuzione acqua potabile e antincendio;
- impianto di deflusso delle acque meteoriche.

Nel progetto esecutivo dei suddetti servizi vengono individuati tutti gli elementi che compongono il sistema impiantistico dalle tubazioni, condotti e canalizzazioni, alla tipologia ed ubicazione delle relative apparecchiature di servizio.

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono state adottate sia nel rispetto delle normative vigenti, sia in considerazione delle necessità di dare continuità alla progettazione definitiva del gennaio 2009 già in essere per le banchine 12 e 13 *“Opere di rinnovamento fognario e captazione delle acque meteoriche dei piazzali del porto storico di Ancona”* dell'Autorità Portuale di Ancona.

## **2 Impianto distribuzione acqua potabile e antincendio**

Il progetto prevede un impianto di distribuzione idrico-potabile ed antincendio che alimenta cinque nuovi attacchi UNI 70 incassati nella banchina ed è sostanzialmente costituito da una tubazione in polietilene Pead a diametro costante che perimetrerà la banchina in progetto; la nuova condotta deriva e si richiude ad anello sulla condotta esistente del diametro di 110 mm.

La nuova condotta si colloca sul bordo della banchina in ampliamento; essa trova alloggio all'interno di una tubazione guaina in PVC Ø 160 (UNI 1401 SN 4 SDR 41-UD) che ne consente l'ispezionabilità e l'eventuale possibilità di sostituire tratti di condotta.

La nuova condotta dell'acqua potabile sarà realizzata con tubazioni in polietilene ad alta densità Pead per fluidi in pressione, De 110 PN 16, prodotte secondo UNI 12201 PE 100 sigma 80, rispondenti alle prescrizioni della Circolare n. 102 del 02/12/78 del Ministero Sanità, dotate di Marchio Qualità rilasciato dall'Istituto Italiano Plastici, con giunzioni a manicotto elettrico oppure con saldatura di testa.

La nuova condotta è conformata in modo da essere racchiusa da anello sulla tubazione esistente, ciò avrà la valenza di garantire pressioni uniformi lungo tutta la rete. Essa è munita di pozzetti ispezionabili a passo costante (circa 20 m), all'interno dei quali sono ubicati attacchi rapidi UNI 70. L'attacco UNI 70 oltre a svolgere le funzioni atte al rifornimento idrico potabile alle navi viene altresì utilizzato per antincendio.

I nuovi attacchi UNI 70 saranno posti in derivazione dalla linea principale e intercettabili con valvola a farfalla, saranno dotati di contatori volumetrici ed alloggiati in pozzetti di ispezione con chiusini in ghisa sferoidale classe D 400 con semicoperchi incernierati. Complessivamente sono previsti cinque nuovi attacchi; l'intercettazione a monte dell'attacco UNI 70 consentirà di rimuovere le apparecchiature (attacco rapido, e contatore volumetrico) senza porre fuori servizio la rete di adduzione principale.

### **3 Impianto di deflusso e trattamento delle acque meteoriche**

#### **3.1 Premessa**

Per il dimensionamento dell'impianto si è fatto riferimento alla relazione idrologica ed idraulica del progetto definitivo *"Opere di rinnovamento fognario e captazione delle acque meteoriche dei piazzali del porto storico di Ancona"* dell'Autorità Portuale di Ancona; nei capitoli che seguono sono riportate integralmente le modalità di calcolo.

#### **3.2 Opere idrauliche in progetto**

Le opere idrauliche in progetto consistono in un sistema di raccolta delle acque meteoriche a servizio delle nuove superfici di banchina. Tale sistema è costituito da una canaletta grigliata situata, sul perimetro di banchina, nel punto di impluvio della superficie scolante e da un collettore di fognatura ad essa connesso che recapita le acque meteoriche ad un sistema di trattamento delle acque di prima pioggia, non è compreso nel presente progetto.

L'intera superficie scolante in esame ha una superficie di circa 1.500 m<sup>2</sup> (nuovo impalcato banchina 13).

La griglia posta a protezione delle canaletta perimetrale sarà in ghisa sferoidale classe E 600 completa di longheroni laterali.

L'esiguo spessore dell'impalcato di banchina, peraltro interamente strutturale, ha imposto una soluzione costituita da una canaletta perimetrale da integrare nel getto

dell'impalcato stesso; pertanto l'acqua meteorica defluirà dal piazzale alla canaletta ed in questa correrà sino a raggiungere la banchina esistente (formata con terrapieno) dove, attraverso un pozzetto di approfondimento, sarà intubata ed avviata al futuro sistema di trattamento delle acque.

La canaletta dovrà quindi avere una leggera pendenza interna atta ad evitare i ristagni d'acqua; particolare attenzione dovrà essere posta nei punti in cui la canaletta grigliata è sostituita con tubazione in PVC, ciò per via di problematiche connesse con la struttura dell'impalcato. Al fine di ridurre la profondità della canaletta perimetrale essa è stata divisa in due tratti aventi la medesima lunghezza.

La tubazione fognaria che recapiterà le acque meteoriche al futuro impianto di trattamento è prevista in PEAD corrugato a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, secondo UNI 10968, classe di rigidità SN4 = 4 KN/mq.

### **3.3     *Calcolo delle portate di progetto***

Il dimensionamento della rete di acque meteoriche è stato effettuato in base ad un evento di pioggia con tempo di ritorno di 10 anni, facendo riferimento alle indicazioni delle Linee Guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia della Regione Emilia Romagna e alla comune pratica progettuale.

Per i calcolo delle portate dell'evento critico si è utilizzata una metodologia proposta dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Lombardia, basata sulla formula razionale, che trova applicazione in particolare nello studio delle reti di drenaggio urbane.

$$Q = u \cdot S \cdot \phi$$

dove  $\phi$  è il coefficiente d'assorbimento medio ponderale del bacino, S [ha] l'area del bacino studiato, u è il coefficiente udometrico [l/s ha] in caso di perdite nulle. Il coefficiente  $\phi$  è stato posto ovunque pari a 1, considerato che le superfici da drenare sono interamente impermeabili e tralasciando cautelativamente le perdite dovute ai piccoli invasi.

La determinazione del coefficiente udometrico per il territorio in esame è stata effettuata, secondo la metodologia descritta di seguito, in base ai parametri  $a$  ed  $n$  della Curve di possibilità pluviometrica (LSPP), rappresentativa del regime pluviometrico della zona in esame, espressa nella forma:

$$h = a_T \cdot d^n$$

Lo studio fornisce una tabella (riportata qui di seguito) per la valutazione del coefficiente  $u/a$  in funzione della costante temporale K del bacino sotteso e dell'esponente  $n$  della curva di possibilità pluviometrica.

K [min]	n1 = 0,40 n2 = 0,20	n1 = 0,50 n2 = 0,30	n1 = 0,60 n2 = 0,40
10	5.8	5.1	4.4
20	4.1	3.7	3.4
30	2.9	2.7	2.5
40	2.3	2.2	2.2
50	2.0	1.9	1.9
60	1.6	1.6	1.6
90	1.1	1.1	1.1

*Tabella 1: Valori di  $u/a$  [l/s ha mm]: rapporto tra il coefficiente udometrico u espresso in [l/sha] in caso di perdite nulle ( $\phi = 1$ ) e la costante  $a$  espressa in [mm] della curva delle piogge.*



Il parametro K rappresenta la costante temporale del bacino, alla quale si attribuisce un valore pari al 70% del tempo di corrivazione,  $T_c$ . Questo può essere calcolato come somma del tempo di afflusso  $T_{base}$  e del tempo di corrivazione della rete di drenaggio Trete. Il primo viene ragionevolmente assunto pari a 10 minuti, mentre il secondo è calcolabile come rapporto tra la lunghezza  $L$  [m] del percorso idraulicamente più lungo della rete e la velocità  $v$  [m/s] di riferimento della corrente, assunta in pari a 1.0 m/s date le ridotte pendenze del terreno. I simboli  $n_1$  ed  $n_2$  rappresentano il parametro  $n$  delle LSPP, rispettivamente per durate inferiori e superiori all'ora.

Per la stima dei parametri  $a$  ed  $n$  sono stati utilizzati i dati del pluviografo registratore di Ancona, che ha una serie storica di 40 anni di dati, dal 1946 al 1997.

Le serie dei massimi annuali di assegnata durata così ottenute si possono considerare come campioni di dimensione  $N$  (con  $N$  pari al numero di anni di osservazione) di una variabile casuale e pertanto, attraverso le tecniche delle inferenze statistiche, si può ricercare la funzione di probabilità più adatta ad interpretarli e stimarne i parametri. La distribuzione di probabilità di Gumbel è solitamente utilizzata per interpretare in maniera soddisfacente le osservazioni campionarie.

Come si è detto in precedenza, la curva di possibilità climatica lega l'altezza  $h$ , la durata  $d$  della pioggia e il tempo di ritorno  $T$  tramite l'espressione:

$$h d (T) = a_T \cdot d^n$$

o equivalentemente:

$$\log h d = \log a_T + n \cdot \log d$$

con  $hd(T)$  altezza di precipitazione espressa in mm, corrispondente alla durata  $d$  (ore) e al tempo di ritorno  $T$  (anni).

Considerando quindi, per ogni tempo di ritorno, le 5 coppie di valori  $[d, hd]$  per  $d = 1, 3, 6, 12, 24$  ore si calcolano le corrispondenti coppie  $[\log d, \log hd]$  e con il metodo dei minimi quadrati si individua la retta interpolante i punti sperimentali; tale retta ha per coefficiente angolare il parametro  $n$  e ordinata all'origine  $\log a$ , da cui si ricava il valore del parametro  $a$ .

Nella tabella 2 sono quindi riportati parametri  $a$  ed  $n$  calcolati per differenti valori del tempo di ritorno  $T$ .

$T$ (anni)	2	5	10	30	50	100	200	500
$n$	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
$a$	21.01	30.09	36.10	45.16	49.29	54.87	60.42	67.75

*Tabella 2: Parametri  $a$  ed  $n$  delle LSPP ricavate per il pluviografo di Ancona*

In relazione alle ridotte dimensioni dei bacini in esame ed a favore di sicurezza su tali parametri puntuali non viene effettuato alcun ragguaglio all'area per tener conto dell'eventuale riduzione spaziale della sollecitazione meteorica intensa.

Per l'area oggetto di intervento è stato previsto un sistema di drenaggio delle acque indipendente e facente capo ad una propria vasca di prima pioggia; tale vasca è compresa nelle opere previste dal progetto definitivo *“Opere di rinnovamento fognario e captazione delle acque meteoriche dei piazzali del porto storico di Ancona”* dell'Autorità Portuale di Ancona.

Su l'area oggetto dell'intervento, sono stati individuati i tracciati delle condotte di drenaggio, secondo i criteri esposti dal progetto definitivo sopra menzionato, legati

alla posizione delle condotte e delle caditoie esistenti da mantenere ed alla morfologia del terreno.

Di seguito sono riportate le caratteristiche geometriche e pluviometriche del sottobacino di cui al presente progetto e la relativa portata meteorica .

Picchetti	Area (Ha)	L (m)	u (l/s Ha)	Q (l/s)
H6ter-H6	0,0761	39	192	14.6
H5ter-H5	0,0761	23	192	14.6

*Tabella 3: Calcolo della portata meteorica relativa alle condotte in progetto*

Inoltre di seguito le medesime indicazioni, ma con u cautelativa; le portate derivanti sono state quelle assunte a base del calcolo atto a definire il diametro della tubazione.

Picchetti	Area (Ha)	L (m)	u (l/s Ha)	Q (l/s)
H6ter-H6	0,0761	39	350	26.6
H5ter-H5	0,0761	23	350	26.6

### **3.4 Verifiche idrauliche**

Il dimensionamento delle condotte è stato effettuato adottando l'ipotesi di moto uniforme. Si tratta di un'approssimazione del tutto accettabile in condizioni di deboli pendenze e in assenza di salti o particolari discontinuità dei tracciati come in questo caso.

Per l'analisi in moto uniforme è stata utilizzata la formula di Chezy:

$$Q = k_s \cdot R^{1/3} \cdot A \cdot \sqrt{i} \cdot R$$

dove Q è la portata convogliata,  $k_s$  il coefficiente di scabrezza di Gauckler e Strickler, A l'area di deflusso, R il raggio idraulico ed  $i$  la pendenza della condotta.

I parametri utilizzati nel dimensionamento, sono stati cautelativamente assunti pari a:

$$k_s = 80 \text{ m}^{1/3} / \text{s}^{-1}$$

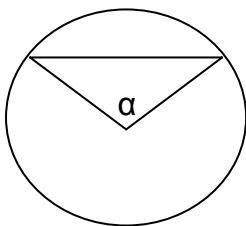
rapporto massimo di riempimento  $h/D$ : 0,75.

Le variabili A ed R sono dipendenti, oltre che dal diametro del tubo, dal rapporto di riempimento, secondo le formulazioni riportate di seguito:

$$A = D^2 / 8 \cdot (\alpha \cdot \sin \alpha)$$

$$R = D / 4 \cdot (1 - \sin \alpha / \alpha)$$

dove  $\alpha$  è l'angolo indicato in figura:



Nella situazione in esame la maggiore criticità è quella legata al mantenimento di una minima velocità nella condotte, che impedisca fenomeni di sedimentazione. Nel corso del dimensionamento si è verificato che la velocità di progetto si mantenesse ad un valore compreso tra 0,5 e 0,7 m/s.

La rete meteorica è interamente a gravità.

La pendenza scelta discende quindi dal compromesso tra l'esigenza di avere velocità accettabili in condotta e quella di contenere le profondità di scavo, vincolata dalla presenza del livello del mare a quota 0 m slm.

I valori adottati per le pendenze delle condotte sono sempre piuttosto bassi, compresi tra 0.1% e 0.2%. Questa scelta è legata alle caratteristiche dell'area di intervento e al limitato spessore disponibile tra piano campagna e livello del mare.

Nella considerazione che le condotte previste nel progetto definitivo del 2009 sono state dimensionate del De 400 in Pead (diametro esterno da mm 400 e diametro interno minimo mm 335), si vedano picchetti H5 e H6, e verificata la velocità di efflusso per le portate inerenti il bacino in oggetto comunque superiore a 0,60 m/s, si è optato per dare continuità di dimensione alla rete di drenaggio.

### **3.5    *Trattamento acque***

Come già anticipato nei precedenti capitoli il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia non è compreso nel presente progetto, ma fa parte delle opere previste nel progetto definitivo del 2009 *“Opere di rinnovamento fognario e captazione delle acque meteoriche dei piazzali del porto storico di Ancona”* dell'Autorità Portuale di Ancona.