



REVISIONE	DATA	MOTIVAZIONE	PROPONENTE
01	Luglio 2015	Aggiornamento a seguito del parere n.4/2015 del CSLPPP	S.J.S. Engineering s.r.l.
00	Novembre 2014	PRIMA EMISSIONE	S.J.S. Engineering s.r.l.

Stazione appaltante



AUTORITA' PORTUALE DI TRIESTE

Incarico

**PORTO DI TRIESTE - TERMINAL CONTAINER MOLO VII
ALLUNGAMENTO 100m**

Livello progettuale

PROGETTO DEFINITIVO

Soggetto attuatore



Titolo

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTI
ACQUE METEORICHE**

Area code

0129 TST

Title code

01012-01

Check

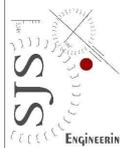
R05

Job code

C-01

Progettazione

S.J.S. Engineering s.r.l.



*Roma (00187)
Via Collina, n. 36
Taranto (74123)
P.zza Castel S. Angelo, n. 11
Mosca (123242)
Krasnaya Presnaya
st. 22 - Ufficio 3

Certified office*
COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001 =

Il Responsabile del Procedimento

Il Direttore Tecnico
Ing. Michelangelo Lentini

Progettisti

**Ing. B. Lentini
Ing. A. Porretti
Ing. R. Isola
Ing. M. Filippone
Dott. Geol. G. Cardinali
Ing. V. Colosimo
Ing. L. Drago
Ing. P. Semeraro**

Edited

Colosimo

Checked

ML

Date

Luglio 2015

Filename

0129TST01012-01-R05.doc

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 1	Di 54

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	NORME DI RIFERIMENTO	7
3.	CALCOLO DELL'AFFLUSSO METEORICO	12
	3.1 Dati pluviometrici	13
	3.2 Scelta del periodo	15
	3.3 Curva di probabilità pluviometrica	17
	3.4 Determinazione dell'afflusso meteorico netto	23
	3.5 Calcolo della portata di piena	23
4.	DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO	27
	4.1 Dimensionamento e scelta delle canalette di drenaggio	30
	4.2 Dimensionamento e verifica dei collettori	34
5.	ANCORAGGIO DELLE TUBAZIONI SOSPESE.....	38
6.	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE	43
	6.1 Riferimenti normativi	43
	6.2 Le maree	44
	6.3 Dimensionamento e configurazione degli impianti	46
7.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	51
	7.1 Giunzioni di tubazioni e raccordi di materie plastiche	51
	7.2 Trasporto ed accatastamento dei tubi	52
8.	CONCLUSIONI	54
9.	ALLEGATO: DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO.....	55

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 2	Di 54

INDICE TABELLE

Tabella 1	Dati pluviometrici disponibili della Stazione pluviometrica di Trieste	13
Tabella 2	Valori di T_R da assumere in progetto in funzione della durata N e del rischio R_N (Becciu, Paoletti, 2005)	16
Tabella 3	Valori del TR consigliati dalla letteratura tecnica [Manuale dell'Ingegnere Colombo Hoepli]	16
Tabella 4	Dati pluviometrici disponibili della Staz. pluv. di Trieste ordinati in senso decrescente	18
Tabella 5	Valori delle medie e scarti quadratici medi dei vari campioni di pioggia considerati	20
Tabella 6	Altezze di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno	21
Tabella 7	Stima dei parametri a ed n al per un tempo di ritorno $T_R=5$ anni	22
Tabella 8	Valori normalizzati della scala di deflusso per sezioni circolari [Becciu, Paoletti; 2005]	28
Tabella 9	Portate afferenti i singoli sottobacini di drenaggio	31
Tabella 10	Verifica idraulica della canaletta di scolo	33
Tabella 11	Dimensionamento dei collettori afferenti all'impianto di trattamento "A"	35
Tabella 12	Dimensionamento dei collettori afferenti all'impianto di trattamento "B"	36
Tabella 13	Dimensionamento dei collettori afferenti all'impianto di trattamento "C"	36
Tabella 14	Determinazione del numero di collari di sostegno del collettore sospeso sotto le piastre	40
Tabella 15	Caratteristiche delle tubazioni	40
Tabella 16	Distanza massima ammissibile agli SLE	41
Tabella 17	Distanza tra i dispositivi di sostegno	41
Tabella 18	Distanza tra i dispositivi di sostegno per tubazione in PEAD DN800 con passo staffa 3,00 m	42
Tabella 19	Livelli massimi e minimi di marea per tempi di ritorno significativi (cm)	46
Tabella 20	Prospetto1 Norma UNI EN 858	47
Tabella 21	Valori di dimensionamento impianto di separazione in base alla Norma UNI EN 858	48
Tabella 22	Dimensionamento impianto di separazione	49

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 3	Di 54

INDICE FIGURE

Figura 1 Sistema di drenaggio lineare.....	4
Figura 2 Schema di funzionamento dei canali lineari senza pendenza	5
Figura 3 Curve di probabilità pluviometrica	21
Figura 4 Tempi di accesso in rete (Fair, 1966).....	24
Figura 5 Canaletta di drenaggio 36x39 cm.....	29
Figura 6 Canaletta di drenaggio 36x39 cm.....	32
Figura 7 Diagrammi di verifica idraulica della situazione critica per la canaletta di scolo	34
Figura 8 Esempio di numerazione pozzetti	35
Figura 9 Schematizzazione ancoraggio collettore sospeso	38
Figura 10 Livello del mare misurato alla stazione APAT di Trieste.....	45
Figura 11 Distribuzione delle maree estreme in funzione del tempo di ritorno [Istituto Talassografico del C.N.R., molo Sartorio].....	45
Figura 12 Pianta dell'impianto di trattamento installato in piastre speciali	48
Figura 13 Sezione A-A dell'impianto di trattamento installato in piastre speciali	49
Figura 14 Particolare scarichi e punto di campionamento della vasca di trattamento.....	50

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 4	Di 54

1. INTRODUZIONE

La presente emissione della "Relazione tecnica impianti acque meteoriche", successiva al voto del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ottenuto con Adunanza del 3 luglio 2015 n. Prot. 4/2015, in merito al progetto "definitivo per l'allungamento di 100 ml del Terminal Container del Molo VII del porto di Trieste", recepisce ed ottempera alle osservazioni/prescrizioni ricevute con l'obiettivo di meglio chiarire ed argomentare le scelte progettuali adottate.

In generale, il progetto definitivo di allungamento del Molo VII ha come scopo quello di:

1. Garantire una lunghezza netta della banchina Sud di circa 870 m di cui 850 m operativi, atti ad ospitare, in contemporanea, 2 navi madri, fra cui una ultra Large Container Vessel (ULCV) da 14.000 TEUs, individuata come nave di progetto;
2. Ridistribuire, incrementando, il numero di slot per lo stoccaggio dei container sul piazzale, realizzando altresì un corretto bilanciamento tra la capacità di movimentazioni in banchina con le aree di stoccaggio piazzale;
3. Realizzare nuove reti di utenza migliorando le performance delle esistenti e assicurando la necessaria alimentazione elettrica nonché la corretta gestione delle acque di dilavamento dei piazzali nelle zone in estensione.

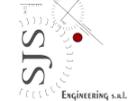
Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche riguarderà, non solo la captazione, ma anche la regimentazione verso le unità di trattamento, conformemente alla norma di tutela dell'ambiente e ai Piani regionali in vigore.

Per l'allungamento del Molo VII si è individuata come soluzione strutturale quella di un sistema di pali e piastre, affiancato all'esistente struttura a giorno realizzata con le stesse caratteristiche del lato sud del molo. Pertanto, la rete di regimentazione e trattamento delle acque meteoriche è stata studiata in modo tale da integrarsi perfettamente nel sistema strutturale scelto, evitando tutte le interferenze che si sarebbero potute creare con le linee di corsa delle gru di piazzale e di banchina, oltre che con gli altri sistemi impiantistici previsti nel presente progetto.



Drenaggio lineare

Figura 1 Sistema di drenaggio lineare

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 5	Di 54

Il criterio di progetto è stato quello di realizzare un sistema di drenaggio lineare, costituito da canalette prefabbricate, protette da una copertura grigliata, che raccoglie e smaltisce l'acqua attraverso la medesima struttura drenante.

L'adozione del sistema di drenaggio lineare ha permesso di conseguire i seguenti vantaggi:

- l'ottenimento di una superficie di drenaggio di facile realizzazione rispetto ai sistemi di drenaggio puntuali;
- la predisposizione di una rete di canali drenanti di volumi ridotti e quindi facilmente installabili;
- una superficie di drenaggio scarsamente impattante nelle aree carrabili o in quelle destinate allo stoccaggio container;
- la limitata presenza di tubazioni interrate, di difficile gestione ed elevato costo in caso di interventi di spurgo del materiale solido, eventualmente depositato;
- la facilità delle ispezioni all'interno delle sezioni di deflusso, consentendo una veloce nonché agevole pulizia.

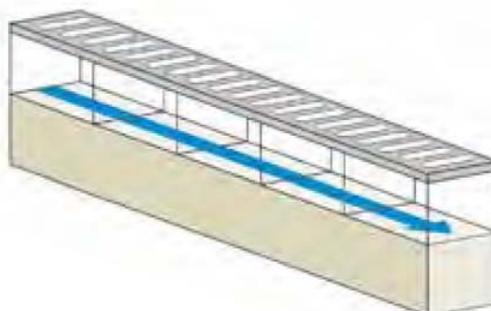


Figura 2 Schema di funzionamento dei canali lineari senza pendenza

I limiti imposti dalle caratteristiche geometriche della superficie all'interno della quale verrà posata la canalizzazione, hanno fatto propendere per la scelta di canali di scolo capaci di garantire il collettamento dell'acqua piovana, nonostante la mancata pendenza e le dimensioni ridotte, dovute al necessario inserimento all'interno della pavimentazione.

Le canalette convogliano l'acqua raccolta, tramite pozzetto, in un collettore in PEAD che, sospeso sotto le piastre di collegamento tra il molo esistente e l'allungamento, assolve al compito di indirizzare la portata di colmo agli impianti di trattamento.

Infine, il trattamento delle acque meteoriche, sarà realizzato all'interno di N.3 impianti costituiti da vasche attrezzate con disoleatori a coalescenza, capaci di trattare in continuo tutta la portata defluente della piattaforma. Infatti, secondo quanto previsto nella documentazione a corredo del Piano Regolatore del Porto di Trieste (integrazione del Giugno 2014), l'adozione di sistemi di trattamento in continuo consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- La sicurezza di trattare tutte le acque e non solo quelle formalmente definite di prima pioggia;

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 6	Di 54

- La garanzia dello scarico anche in caso di sversamenti durante eventi piovosi;
- L'assenza di organi elettromeccanici che permettono maggiori economie e facilità di gestione.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 7	Di 54

2. NORME DI RIFERIMENTO

La gestione delle acque di prima pioggia è uno degli obiettivi primari che si è truardato per la tutela dei corpi idrici ricettori.

Le acque di prima pioggia costituiscono, di fatto, il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante, costituito da un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli, composti organici ed inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori.

Queste necessitano, pertanto, di essere trattate per la salvaguardia degli ecosistemi acquatici conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee 2000/60/CEE (direttiva quadro nel settore delle risorse idriche) e 91 /271 /CEE (Concernente il trattamento delle acque reflue urbane).

Il **Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n° 152** disciplina, a livello nazionale, gli scarichi di acque meteoriche e di dilavamento provenienti da reti fognarie separate.

Nello specifico, secondo l'art.113 *"ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni [...] disciplinano ed attuano:*

- a) Le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;*
- b) I casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque reflue meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione".*

Il Piano di Tutela delle acque della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, lo strumento *"direttore"* del governo dell'acqua a livello di pianificazione territoriale regionale, approvato con Deliberazione del Consiglio della Regione Friuli Venezia Giulia n.2000 del 15 Novembre 2012, fornisce le seguenti definizioni generali:

- **Acque di prima pioggia:** acque meteoriche di dilavamento corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante;
- **Acque di seconda pioggia:** le acque meteoriche di dilavamento che dilavano le superfici scolanti successivamente alle acque di prima pioggia nell'ambito del medesimo evento meteorico;
- **Acque meteoriche di dilavamento:** la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 8	Di 54

- Acque non inquinate: acque, diverse da quelle meteoriche che rispettano i limiti allo scarico in acque superficiali o sul suolo senza necessità di alcun trattamento prima dello scarico.

Di particolare rilevanza è, dunque, la definizione di "**Acque meteoriche di dilavamento contaminate**" dettata dall'Art.26 presente nelle Norme di Attuazione del PTA del Friuli Venezia Giulia, del quale se ne riporta un estratto:

Art.26 Acque meteoriche di dilavamento contaminate:

1. *Sono acque meteoriche di dilavamento contaminate:*
 - a) *l'intera portata delle acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle superfici scolanti delle attività elencate in allegato 4 parte A alle presenti Norme di Attuazione, salvo che il rischio di dilavamento di inquinanti connesso con le attività esercitate si esaurisca con le acque di prima pioggia o con una quota delle acque di seconda pioggia;*
 - b) *...*
2. *E' possibile dimostrare che solo parte delle acque meteoriche di dilavamento derivanti dalle superfici scolanti delle attività di cui all' allegato 4 è da qualificarsi come contaminata per l'interconnessione delle superfici scolanti con l'attività esercitata mediante la redazione di un piano di frazionamento delle superfici scolanti e di separazione della rete di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento.*

Per cui, si riportano l'elenco delle attività contaminanti presenti nell'allegato 4 parte A e B delle Norme di Attuazione del PTA della Regione Friuli Venezia Giulia:

Parte A

1. *Le seguenti attività che dispongano per singola unità locale di una superficie scolante superiore a 1000 mq, calcolata escludendo le coperture e le aree a verde e le aree destinate esclusivamente al transito e parcheggio di maestranze e avventori:*
 - *Attività di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005 n. 59 (Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento - IPPC), con esclusione dell'attività 6.6. (Impianti per l'allevamento intensivo di pollame o di suini);*
 - *produzione di pneumatici;*
 - *centri intermodali e altri centri logistici di movimentazione merci;*

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 9	Di 54

2. attività di smaltimento, recupero, stoccaggio, cernita, trasformazione di rifiuti, non comprese tra quelle di cui al punto 1;
3. depositi di rottami e depositi di veicoli destinati alla demolizione;
4. carico e distribuzione dei carburanti ed operazioni connesse e complementari nei punti di vendita delle stazioni di servizio per autoveicoli;
5. attività che destinano specificatamente o anche saltuariamente superfici esterne a deposito, a carico, scarico, travaso e movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 alla parte terza del d.lgs. 152/2006.

Art. 28 Raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento contaminate:

1. Le acque meteoriche di dilavamento contaminate, che siano da recapitare in corpo idrico superficiale ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, prima di essere sottoposte a trattamento, devono essere avviate a vasche di raccolta a perfetta tenuta, dimensionate in modo da trattenere complessivamente non meno di 50 metri cubi per ettaro di superficie scolante, ovvero la quantità più opportuna in funzione dell'eventuale quota delle acque di seconda pioggia da sottoporre a trattamento.
2. Le superfici scolanti delle attività di cui all'allegato 4 che diano origine alle acque meteoriche di dilavamento contaminate devono essere impermeabili e dotate di una apposita rete di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche.
3. La rete di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona e, comunque, assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1. Tale rete è munita di un sistema di alimentazione delle vasche di prima pioggia che le escluda automaticamente a riempimento avvenuto.
4. Le acque meteoriche di dilavamento provenienti da superfici contaminate da idrocarburi di origine minerale possono essere sottoposte a trattamento in impianti con funzionamento in continuo, progettati sulla base della portata massima stimata in connessione agli eventi meteorici di cui al comma 3, fermo restando il rispetto dei valori limite di emissione di cui all'articolo 27.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 10	Di 54

Art. 29 Trattamento delle acque meteoriche di dilavamento contaminate:

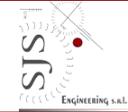
1. *Gli scarichi delle acque meteoriche di dilavamento contaminate sono soggetti ad idoneo trattamento di depurazione ai fini del rispetto dei valori limite di emissione prescritti all'articolo 27.*
2. *Durante le precipitazioni atmosferiche non è ammesso lo scarico delle acque di prima pioggia in corpi idrici superficiali.*
3. *Le opere di scarico devono essere realizzate in modo da consentire l'esecuzione dei campionamenti secondo le modalità prescritte all'articolo 30.*

Infine, come previsto nella documentazione a corredo del *Piano Regolatore del Porto di Trieste* (integrazioni del Giugno 2014), in base allo *Studio Ambientale Integrato* (Rev. Settembre 2014), per la scelta del tempo di ritorno della fogna bianca si fa riferimento a quanto prescritto dal D.P.C.M. del 4 Marzo "Disposizioni in materia di risorse idriche", secondo il quale: "*ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o misto debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni 5 anni per ogni singola rete*".

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 11	Di 54

Riepilogo Normative

- D.P.C.M. 4 Marzo 1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche;
- Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n° 152;
- Deliberazione Giunta Regionale n° 2000 del 15 Novembre 2012: Piano Tutela delle Acque della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia;
- Legge Regionale n.12 del 15 Dicembre 2008;
- Circolare Min. LL.PP. 7 Gennaio, n. 11633. Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di fognature;
- Ministero dei Lavori Pubblici. Decreto 12 Dicembre 1985. Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni. Decreto Ministero dei Lavori Pubblici, 12 Dicembre 1985. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici, n. 27291 (Presidenza Consiglio Superiore - Servizio Tecnico Centrale, 20 Marzo 1986);
- Norma EN 858-1 del 01/08/2005: "Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio)- Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità";
- Decreto del Ministero dei LL.PP. del 08/01/1997, n° 99. Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature;
- Disposizioni del Ministero del LL.PP. del 04/02/1977. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art.2, lettere b), d), e) della legge 10/05/1976, n° 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento;
- Norma UNI-EN 12666-1 del 2011 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione- Polietilene (PE)".

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 12	Di 54

3. CALCOLO DELL'AFFLUSSO METEORICO

Il calcolo delle portate di pioggia passa attraverso tre fondamentali stadi processuali:

- determinazione dell'afflusso meteorico lordo;
- determinazione dell'afflusso meteorico netto;
- trasformazione degli afflussi in deflussi.

La determinazione dell'afflusso meteorico lordo è condotta con elaborazioni statistiche delle precipitazioni intense e di breve durata che portano alle cosiddette curve di probabilità pluviometriche, che esprimono il legame tra altezza, durata e tempo di ritorno.

L'espressione più ricorrente è la formula monomia:

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

dove:

t la durata dell'evento piovoso espressa in ore;

h l'altezza massima di pioggia espressa in mm;

a è un parametro dipendente dal tempo di ritorno T_r (anni) considerato;

n è un parametro dipendente dai dati sperimentali pluviometrici raccolti.

Pertanto, per $t = 1$ ora risulta infatti $h = a$.

La determinazione dell'afflusso meteorico netto (che tiene conto delle perdite, cioè quella parte d'acqua che evapora, che viene intercettata o trattenuta sul suolo e che penetra per infiltrazione) è rilevante poichè qualsiasi sua piccola variazione produce anche una variazione della portata affluente, di gran lunga maggiore di quelle prodotte dalla diversità dei vari metodi di calcolo, utilizzati per la determinazione della portata stessa. Come riportato dal PTA della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia *"la rete di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona e, comunque, assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1."*

Per la trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il metodo della corrivazione.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 13	Di 54

3.1 Dati pluviometrici

Il procedimento di calcolo utilizzato per determinare la curva di possibilità climatica relativa al bacino idrologico in oggetto, ricadente nel territorio del Comune di Trieste, considera le osservazioni di pioggia disponibili dal 1925 al 1994, massime annue di durata 1h, 3h, 6h, 12h, e 24h, ricavate dalle pubblicazioni ufficiali del Servizio Idrografico (Annali idrologici - Parte prima). Tra i dati riportati negli annali, non è stata presa in esame la serie di dati di durata inferiore all'ora, in quanto presenta alcune incongruenze, in parte spiegabili con le difficoltà di lettura delle registrazioni prodotte dagli strumenti convenzionali.

Si è così pervenuti a sei serie di campioni, di seguito indicate, che per il loro numero consentono di ottenere una serie statistica rappresentativa:

Tabella 1 Dati pluviometrici disponibili della Stazione pluviometrica di Trieste

N.	Anno	1h	3h	6h	12h	24h
1	1925	28,2	42,0	42,0	42,6	46,2
2	1926	64,0	45,6	57,6	63,8	154,8
3	1927	17,4	29,2	29,2	29,4	57,2
4	1929	24,8	31,2	31,2	48,0	31,0
5	1930	27,2	29,4	29,6	29,6	55,0
6	1931	21,6	33,8	41,8	48,0	49,5
7	1933	39,3	39,2	42,6	47,8	45,0
8	1948	18,6	38,3	45,8	63,2	79,5
9	1949	28,5	43,0	58,7	63,0	78,6
10	1950	31,4	59,9	71,9	79,5	99,8
11	1951	25,3	29,9	34,4	37,4	64,3
12	1952	29,4	43,2	55,6	56,7	72,8
13	1953	39,6	47,6	62,1	67,3	67,3
14	1954		39,0	42,9	42,9	42,9

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m		Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 14	Di 54

N.	Anno	1h	3h	6h	12h	24h
15	1955	22,1	27,8	27,9	37,4	40,7
16	1956	34,8	72,6	76,0	86,6	87,4
17	1957	26,5	30,6	34,9	41,7	41,7
18	1958	23,0	30,1	37,9	49,5	63,1
19	1959	32,5	40,9	41,0	46,3	49,6
20	1960	43,7	51,5	54,8	58,8	62,5
21	1961	42,9	46,4	57,4	58,4	58,9
22	1962	25,7	36,3	41,2	41,7	42,3
23	1963	47,3	49,0	49,8	58,7	59,0
24	1964	20,5	37,2	57,0	61,4	68,8
25	1965	38,8	51,4	61,0	61,8	64,4
26	1966	38,8	49,4	53,0	55,1	55,1
27	1967	15,7	28,9	38,5	48,6	59,5
28	1969	19,4	38,5	48,0	57,0	60,9
29	1973	28,6	43,0	49,7	58,2	86,7
30	1974	27,3	36,1	38,8	44,3	53,9
31	1975	25,2	43,3	49,9	52,7	69,5
32	1976	19,1	30,5	40,4	53,6	61,8
33	1977	41,7	76,0	93,7	113,4	180,5
34	1978	23,6			75,2	75,2
35	1979	17,0	24,5	32,6	55,5	66,0
36	1983	25,6	40,7	40,8	43,4	45,3
37	1984	20,9	30,2	35,2	36,3	53,7
38	1985	17,7	29,0	29,3	30,9	43,3

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 15	Di 54

N.	Anno	1h	3h	6h	12h	24h
39	1986	22,3	45,6	59,2	59,4	72,9
40	1987	41,1	66,8	74,0	80,4	81,2
41	1988	29,8	32,4	32,4	41,0	53,2
42	1989	23,8	35,7	40,3	40,5	69,7
43	1991	28,2	42,8	43,0	46,2	66,8
44	1991	64,0	83,4	88,8	88,8	104,4
45	1992	34,6	62,0	64,2	71,8	78,8
46	1993	52,2	53,7	53,7	80,1	104,2
47	1994	27,8	59,8	61,4	63,8	97,6

3.2 Scelta del periodo

Il periodo di ritorno " T_R ", associato a un dato valore " x " di una variabile " X ", rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere perché " x " sia superato per la prima volta.

La scelta è stata valutata con riferimento alla probabilità d'insufficienza e a considerazioni di ordine economico: infatti, si è tenuto presente che al diminuire della probabilità d'insufficienza, aumenta il valore dei capitali investiti in opere che sempre più raramente risulteranno sfruttate appieno. Si è pertanto preferito far riferimento al cosiddetto *rischio* R_N d'insufficienza in N anni (Brath e Maione, 1993), legato alla probabilità di non superamento P e al tempo di ritorno T_R dalla relazione:

$$R_N = 1 - P^N = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^N$$

dove N è il numero di anni previsto per la vita dell'opera. Pertanto, considerando un orizzonte temporale di vita tecnica di un porto pari a $N=50$ anni, adottando un tempo di ritorno $T_R=2-10$ anni, sussiste la certezza che l'opera entrerà in crisi almeno una volta nei suoi 50 anni di vita, essendo R_N prossimo a 1 (100%).

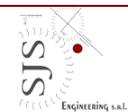
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 16	Di 54

Tabella 2 Valori di T_R da assumere in progetto in funzione della durata N e del rischio R_N (Becciu, Paoletti, 2005)

R_N	DURATA N (anni)			
	10	20	50	100
0,05	195	390	975	1950
0,10	95	190	475	950
0,20	45	90	225	450
0,50	15	30	75	145

Tuttavia, in molti casi, le opere, tra cui i sistemi fognari, sono dimensionate per bassi valori del tempo di ritorno ($T_R=2-10$ anni) e quindi con un T_R ben minore rispetto all'effettiva durata ($T_R \ll M$): per queste sussiste in pratica la certezza che, in qualche occasione, risultino insufficienti. D'altra parte, per evitare ciò, occorrerebbe incrementare in misura praticamente inaccettabile, il tempo di ritorno T_R di progetto e quindi le dimensioni e il costo delle opere.

In casi come questo, non è opportuno scegliere valori di T_R elevati per ridurre il rischio di insufficienza, quanto piuttosto, pur accettando il rischio, prevedere altri interventi che consentano di tenere sotto controllo tale evento, minimizzando le conseguenze dannose.

Il periodo di ritorno T_r scelto per il dimensionamento di queste opere di collettamento è pari a 5 anni, valore più che accettabile in considerazione della durata media di un porto (50 anni circa), e del danno provocato dall'esondazione delle acque meteoriche, che risulterebbe comunque ridotto. La scelta viene fatta con criteri empirici, basati sulle caratteristiche della zona considerata sui possibili danni delle esondazioni.

Tabella 3 Valori del T_R consigliati dalla letteratura tecnica [Manuale dell'Ingegnere Colombo Hoepli]

Strade all'esterno di zone edificate	$T_r = 1$ anno
Zone edificate in genere	$T_r = 1-2$ anni
Centri urbani, zone commerciali ed industriali importanti	$T_r = 2-5$ anni
Zone molto ripide	$T_r = 10$ anni
Sottopassaggi stradali, metropolitane	$T_r = 5-20$ anni

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 17	Di 54

3.3 Curva di probabilità pluviometrica

La determinazione dell'afflusso meteorico lordo è condotto con elaborazioni statistiche delle precipitazioni, che portano alle cosiddette *curve di probabilità pluviometriche*, indicate con l'acronimo *cpp*, le quali consistono essenzialmente in relazioni matematiche che legano le caratteristiche integrali delle precipitazioni massime (valori massimi annuali), cioè l'altezza complessiva della pioggia h , la sua intensità media i e la sua durata τ , alla probabilità di accadimento $P[h(\tau)]$. Difatti, l'equazione di possibilità pluviometrica esprime l'altezza di pioggia h crescente con la durata τ nel seguente modo:

$$h = a(T_R) \cdot \tau^n$$

dove, l'esponente n è inferiore all'unità ed $a = a(T_R)$ è un parametro che dipende dal tempo di ritorno T_R . Tale equazione esprime un legame lineare tra le trasformate logaritmiche di h e τ , mentre il corrispondente legame tra i e τ è dato dalla relazione:

$$i = \frac{h}{\tau} = a \cdot \tau^{n-1}$$

Da un punto di vista probabilistico l'altezza di pioggia di una precipitazione di assegnata durata, può essere interpretata come una variabile casuale e quindi analizzata con metodi di elaborazione statistici. Note le osservazioni dell'altezza di pioggia per una certa durata, è possibile determinare la funzione di distribuzione di probabilità dei valori massimi annuali e dunque stimare l'altezza di pioggia corrispondente ad una certa probabilità di non superamento (o ad un certo tempo di ritorno T_R).

L'ipotesi di calcolo è stata quella di definire come curva pluviometrica più rappresentativa per tutti i campioni di pioggia, quella di *Gumbel*, la quale considera la distribuzione dei valori estremi del I tipo. La *funzione di distribuzione di probabilità* è espressa dalla relazione:

$$p(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

dove i parametri α e u sono legati allo scarto quadratico medio σ e alla media μ della variabile h dalle relazioni:

$$\alpha = \frac{1,28}{\sigma}$$

$$u = \mu - 0,45 \cdot \sigma$$

In generale, $P(x)$ esprime la probabilità che un valore x della variabile casuale, in questo caso l'altezza di pioggia h , non venga superato.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 18	Di 54

Pertanto, dopo aver ordinato in senso crescente la serie di dati (Tab. 3) ed averne calcolato la media al variare delle durate τ considerate, si è proceduto alla stima dei suddetti parametri applicando il *metodo dei momenti* che prevede il calcolo dei momenti del primo e del secondo ordine (ovvero le varianze) per i diversi campioni di pioggia, e dei relativi scarti quadratici medi.

Tabella 4 Dati pluviometrici disponibili della Staz. pluv. di Trieste ordinati in senso decrescente

Quantità (mm)				
1h	3h	6h	12h	24h
64,0	83,4	93,7	113,4	46,2
64,0	76,0	88,8	88,8	180,5
52,2	72,6	76,0	86,6	154,8
47,3	66,8	74,0	80,4	104,4
43,7	62,0	71,9	80,1	104,2
42,9	59,9	64,2	79,5	99,8
41,7	59,8	62,1	75,2	97,6
41,1	53,7	61,4	71,8	87,4
39,6	51,5	61,0	67,3	86,7
39,3	51,4	59,2	63,8	81,2
38,8	49,4	58,7	63,2	79,5
38,8	49,0	57,6	63,0	78,8
34,8	47,6	57,4	61,8	78,6
34,6	46,4	57,0	61,4	75,2
32,5	45,6	55,6	59,4	72,9
31,4	45,6	54,8	58,8	72,8
29,8	43,3	53,7	58,7	69,7
29,4	43,2	53,0	58,4	69,5
28,6	43,0	49,9	58,2	68,8
28,5	43,0	49,8	57,0	67,3

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 19	Di 54

Quantità (mm)				
1h	3h	6h	12h	24h
28,2	42,8	49,7	56,7	66,8
28,2	42,0	48,0	55,5	66,0
27,8	40,9	45,8	55,1	64,4
27,3	40,7	43,0	53,6	64,3
27,2	39,2	42,9	52,7	63,1
26,5	39,0	42,6	49,5	62,5
25,7	38,5	42,0	48,6	61,8
25,6	38,3	41,8	48,0	60,9
25,3	37,2	41,2	48,0	59,5
25,2	36,3	41,0	47,8	59,0
24,8	36,1	40,8	46,3	58,9
23,8	35,7	40,4	46,2	57,2
23,6	33,8	40,3	44,3	55,1
23,0	32,4	38,8	43,4	55,0
22,3	31,2	38,5	42,9	53,9
22,1	30,6	37,9	42,6	53,7
21,6	30,5	35,2	41,7	53,2
20,9	30,2	34,9	41,7	49,6
20,5	30,1	34,4	41,0	49,5
19,4	29,9	32,6	40,5	45,3
19,1	29,4	32,4	37,4	45,0
18,6	29,2	31,2	37,4	43,3
17,7	29,0	29,6	36,3	42,9
17,4	28,9	29,3	30,9	42,3
17,0	27,8	29,2	29,6	41,7

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 20 Di 54

Quantità (mm)				
1h	3h	6h	12h	24h
15,7	24,5	27,9	29,4	40,7
			63,8	31,0

Tabella 5 Valori delle medie e scarti quadratici medi dei vari campioni di pioggia considerati

CALCOLO DEI PARAMETRI DELLA DISTRIBUZIONE DI GUMBEL					
DURATE: τ	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
MEDIA: $\mu(\tau)=(\sum hi)/N$	30,38	42,99	48,94	55,70	68,56
S.Q.M.: $\sigma=\sqrt{[\sum(hi-\mu)^2]/N}$	11,22	13,37	15,22	16,78	27,08
C. VARIAZIONE: $V_i=\sigma/\mu$	0,37	0,31	0,31	0,30	0,39
$\alpha= 1,28/\sigma$	0,11	0,10	0,08	0,08	0,05
$u=\mu-0,45\cdot\sigma$	25,33	36,97	42,09	48,14	56,38
COEFF. DI VARIAZIONE MEDIO: $V=\sqrt{(\sum Vi^2/k)}$ con $k =$ numero di τ disponibili ($k=5$)					0,34

Come si può notare dalla precedente tabella, si definisce *coefficiente di variazione* V il rapporto tra lo scarto quadratico medio e la media stessa, il quale normalmente risulta poco variabile con la durata e può essere stimato come media dei coefficienti di variazione V_i corrispondenti alle diverse durate mediante la seguente relazione:

$$V = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^N V_i^2}$$

dove k è il numero di durate disponibili e $V_i = \sigma_i/\mu_i$.

Tenendo presente che il tempo di ritorno T_R è legato alla $P(h)$ dalla relazione:

$$P(h) = 1 - \frac{1}{T_R}$$

ipotizzando che la distribuzione di probabilità delle altezze di pioggia sia, per tutte le durate, quella di Gumbel, è possibile scrivere una relazione diretta che esprime h in funzione della durata e del tempo di ritorno, ottenuta invertendo e svolgendo la funzione di distribuzione di Gumbel:

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina	21
		Di	54

$$h(\tau) = \mu(\tau) \cdot \left\{ 1 - V \cdot \left[0,45 + \frac{1}{1,28} \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right] \right] \right\} = \mu(\tau) \cdot (1 + V \cdot K_T)$$

dove K_T è il *fattore di frequenza*, funzione del tempo di ritorno, che può essere calcolato come segue:

$$K_T = - \left[0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right) \right]$$

Quindi, per un tempo di ritorno T_R di 5 anni è stato ottenuto:

Tabella 6 Altezze di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno

CALCOLO DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA PER DIVERSE DURATE E TEMPI DI RITORNO						
TR (anni)	KT (*)	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
5	0,720	37,80	53,49	60,90	69,30	85,32
ALTEZZE DI PIOGGIA $h(\tau) = \mu(\tau) \cdot (1 + V \cdot K_T)$ dove: $K_T = -[0,45 + 0,7797 \cdot \ln(-\ln(1 - 1/T))]$ è il FATTORE DI FREQUENZA (*)						

Con i valori h così ottenuti è stato possibile costruire la curva di possibilità pluviometrica per $T_R = 5$ anni.

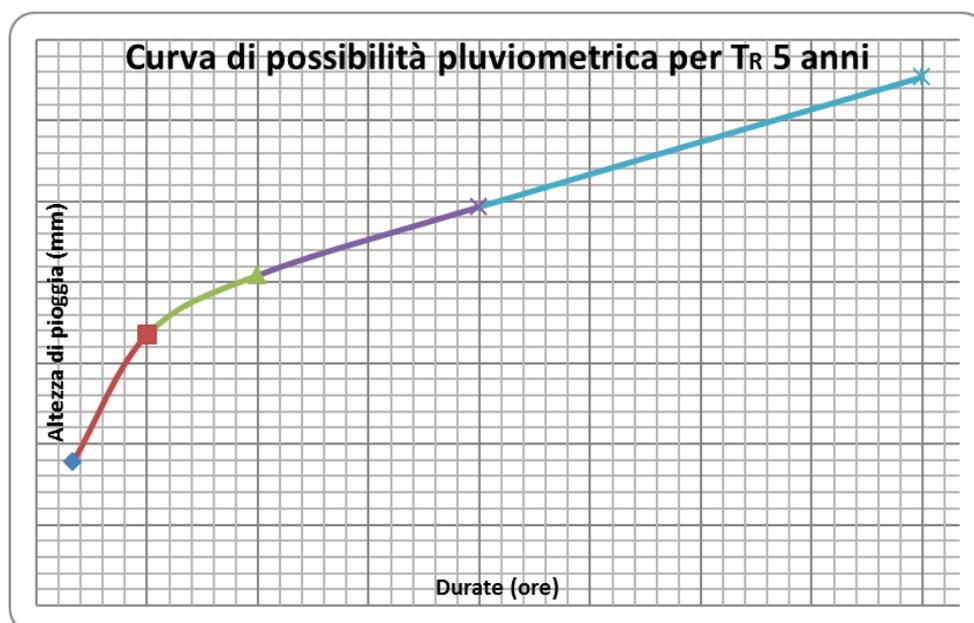


Figura 3 Curve di probabilità pluviometrica

Successivamente, la *cpp* è stata trasformata sul piano logaritmico, in modo da individuare la retta interpolante di equazione:

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina	22
		Di	54

$$\ln(h) = \ln(a) + n \cdot \ln(\tau)$$

avente coefficiente angolare pari a n ed intercetta all'origine pari ad a .

In questo modo, è stato possibile determinare i parametri a ed n attraverso l'applicazione del *metodo dei minimi quadrati*, secondo il quale è possibile esprimere la retta di regressione con la seguente espressione:

$$\ln(a) = \frac{1}{N} \sum \ln(h_i) - n \frac{1}{N} \sum \ln(\tau_i)$$

e quindi determinare:

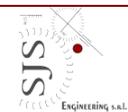
$$a = e^{\left[\frac{1}{N} \sum \ln(h_i) - n \frac{1}{N} \sum \ln(\tau_i) \right]}$$

$$n = \frac{N \sum \ln(\tau_i) \ln(h_i) - \sum \ln(\tau_i) \sum \ln(h_i)}{N \sum [\ln(\tau_i)]^2 - [\sum \ln(\tau_i)]^2}$$

Pertanto, l'analisi statistica secondo Gumbel dei dati di precipitazione ha consentito di ottenere i valori di a ed n per il tempo di ritorno scelto.

Tabella 7 Stima dei parametri a ed n al per un tempo di ritorno $T_R=5$ anni

STIMA DEI PARAMETRI a ED n PERI $T_R=5$ ANNI		
$a = \exp\left[\left(\frac{\sum \ln h_i}{N}\right) - n\left(\frac{\sum \ln \tau_i}{N}\right)\right]$		
$n = \frac{N \sum (\ln \tau_i) (\ln h_i) - \sum \ln \tau_i \sum \ln h_i}{N \sum (\ln \tau_i)^2 - (\sum \ln \tau_i)^2}$		
TR (anni)	a [mm·ore ⁽⁻ⁿ⁾]	n
5	38,88575861	0,245846627

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 23	Di 54

3.4 Determinazione dell'afflusso meteorico netto

Generalmente, la portata meteorica netta che affluisce alla rete di raccolta è inferiore rispetto alla portata meteorica lorda poiché una parte dell'acqua evapora o viene intercettata o trattenuta al suolo o addirittura riempie piccole cavità.

La determinazione dell'afflusso meteorico netto generalmente avviene tramite la stima del coefficiente d'afflusso φ . Detto coefficiente rappresenta il rapporto tra il volume totale di deflusso e il volume totale di pioggia caduta sul bacino, e il suo uso comporta considerare le perdite non decrescenti nel tempo, ma proporzionali all'intensità media di pioggia.

La determinazione del coefficiente di afflusso viene ottenuto come risultante di quattro fattori (cfr. Nanni- "La moderna tecnica della fognatura"): il *fattore di impermeabilità* variabile tra 0 e 1; Il *fattore di ritardo*, che è un correttivo del fattore di impermeabilità, funzione della superficie ed ella pendenza dell'area e del canale; il *fattore di ritenuta*, che deriva dall'acqua che resta aderente al suolo; ed il *fattore di distribuzione delle piogge*, che dipende dal fatto che l'intensità della stessa non è uguale in tutte le zone. Nella pratica, conviene comprendere nel fattore di ritardo anche gli effetti della ritenuta superficiale e della distribuzione.

Tuttavia, si è assunto un coefficiente di afflusso pari ad 1, in modo da considerare tutte le superfici costituenti la banchina impermeabili, così come riportato dal PTA della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia *"la rete di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona e, comunque, assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1."*

3.5 Calcolo della portata di piena

Nella valutazione della portata pluviale che il sistema di canali deve smaltire, concorrono un elevato numero di variabili, alcune insite nella morfologia dell'area drenante, come ad esempio la forma, l'estensione, la rugosità e la permeabilità; altre dipendenti dall'evento piovoso quali la durata, l'intensità e le variazioni della stessa durante l'intervallo di tempo considerato.

In generale, la portata di pioggia da dover smaltire è data da:

$$Q_p = S \cdot i \cdot \varphi$$

dove:

S è l'estensione della superficie scolante o bacino di drenaggio in ha;

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 24	Di 54

i è l'intensità di pioggia in l/s-ha;

ϕ è il coefficiente di deflusso, parametro adimensionale che esprime il grado di impermeabilità del terreno, ovvero quanta acqua ci viene restituita una volta caduta al suolo.

Pertanto, una volta assegnato il tempo di ritorno ($T_R = 5$ anni) e determinata la curva di possibilità pluviometrica va definita l'*intensità critica di precipitazione* ovvero, l'intensità costante di quella pioggia, supposta uniformemente distribuita sul bacino.

L'intensità critica si determina considerando una durata t pari al *tempo di corrivazione* t_c , ovvero il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

In genere, nel caso di rete di drenaggio artificiale il *tempo di corrivazione* t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fino alla sezione di chiusura considerata, facendo riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

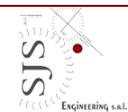
dove t_a è il *tempo di accesso alla rete* e t_r è il *tempo di percorrenza in rete* seguendo il percorso più lungo della rete di drenaggio.

Il *tempo di accesso alla rete* viene generalmente assunto in fase di progettazione a seconda della pendenza dell'area, della sua natura e del livello di realizzazione dei drenaggi minori; mentre il *tempo di percorrenza in rete* rappresenta il tempo impiegato dall'acqua a percorrere il collettore in condizioni di moto uniforme.

Nella seguente tabella si riportano i tempi di accesso in rete indicati da Fair (1966), che per superfici scolanti con pendenze praticamente nulle si attestano tra i 10 e i 15 minuti.

Descrizione del bacino	t_i (min)
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie stradali	<5
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	10-15
Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	20-30

Figura 4 Tempi di accesso in rete (Fair, 1966)

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 25	Di 54

Per determinare, in prima battuta, il t_c di progetto si potrebbe pertanto considerare, cautelativamente, un t_a pari a 10 minuti così come suggerito da Fair, e calcolare un t_r dato dal rapporto tra la lunghezza del percorso considerato (circa 250 m, dati dalla conaletta ed il tratto idraulico di collettori B10-B) e la velocità di percorrenza pari a 1,0 m/s, valutata come valor medio delle velocità nei diversi tratti.

Nel caso specifico si ha:

$$t_c = t_a + t_r = 600 \text{ sec} + \frac{250 \text{ m}}{1,0 \text{ m/s}} = 850 \text{ s} = 14,16 \text{ min} \approx 0,25 \text{ h}$$

Il tempo di corrivazione così calcolato, inoltre, trova conferma anche nell'applicazione rigorosa di formule empiriche basate su applicazioni sperimentali, presenti nella letteratura tecnica moderna.

Nel caso specifico, considerate le caratteristiche richieste alla rete di drenaggio per l'allungamento del Molo VII, la cui superficie è stata suddivisa in aree scolanti simili tra loro per dimensione e pendenza, ognuna servita da una canaletta di drenaggio di pari lunghezza e geometria, la formula che meglio si adatta al caso di studio è stata ritenuta essere quella di **Kirpich** (Kirpich et al., 1940), ottenuta sulla base dei dati rilevati su piccolissimi bacini.

La formula di Kirpich, mette in relazione il tempo di corrivazione con la lunghezza dell'asta principale, scelta valutando il percorso idraulicamente più lungo che compie la particella d'acqua, sia in termini di lunghezza che di dislivello fino alla sezione di chiusura del bacino considerato:

$$t_c = 0.000325 \left(\frac{L}{\sqrt{i}} \right)^{0.77}$$

dove:

t_c è il tempo di corrivazione espresso in ore,

L è la lunghezza dell'asta principale espressa in m,

i è la pendenza media dell'asta principale espresso in m/m.

Di conseguenza, applicando tale formula al sottobacino medio, con una lunghezza dell'asta principale di circa 250 m ed una pendenza media di 0,0015 m/m, si ha:

$$t_c = 0.000325 \left(\frac{250}{\sqrt{0.0015}} \right)^{0.77} = 0.26 \text{ ore} \cong 15,6 \text{ min}$$

Pertanto, per il progetto della rete di drenaggio a servizio del nuovo tratto in allungamento del Molo VII si opta per un tempo di corrivazione t_c di 15 minuti, per cui dal legame tra massima altezza di pioggia e durata:

$$h = 38.89 \cdot t^{0.25}$$

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 26	Di 54

si ha che l'altezza massima di pioggia h risulta essere di 27,5 mm, con una intensità di pioggia i di circa 110 mm/h, data dal rapporto:

$$i = \frac{h}{t}$$

corrispondente a circa 306 l/s*ha.

Si osservi, inoltre, che la scelta del tempo di corrivazione che ha portato alla determinazione dell'intensità di pioggia è stata fatta anche in riferimento al cosiddetto **Rischio di Insufficienza**, ovvero il confronto che si deve necessariamente fare tra il possibile danno che potrebbe verificarsi a cose e persone a seguito di rare insufficienze della rete di drenaggio su un'area terminalistica, con il beneficio economico che ne deriverebbe riducendo le dimensioni delle opere idrauliche.

A supporto di quanto assunto, si consideri che come definito dalla curva di possibilità pluviometrica, quanto più si lascia tendere a zero il tempo di corrivazione t , tanto più l'intensità di pioggia tenderà ad infinito, il che rappresenta un assurdo fisico. Più in generale, per valori di $t < 1h$ la curva di possibilità pluviometrica, per sua natura puramente statistica, tende a sovrastimare l'intensità di pioggia al diminuire dell'intervallo di tempo considerato.

Pertanto, tenendo presente che laddove subentrino problemi di sicurezza molto stringenti, come nel caso di aeroporti, dove la creazione di un sottile film di acqua comporterebbe enormi rischi dovuti al fenomeno di acquaplaning, si opera non di rado con valori di i pari a circa 300 l/s*ha stimati su un tempo di ritorno di 50 anni, appare ragionevole operare in questo contesto, dove non sussistono problemi di sicurezza della circolazione stradale, con il valore di intensità di pioggia di circa 306 l/s*ha, per di più relativo ad un tempo di ritorno di 5 anni.

Partendo, quindi, dalla superficie di ingombro di specchio d'acqua pari a circa 100 m x 401,5 m interessata dall'allungamento del Molo VII, si è proceduto all'individuazione dei singoli bacini di drenaggio dalla cui somma è risultato una superficie scolante totale pari a 39.920 m² che contribuisce alla determinazione della portata di progetto risulta di circa 1227 l/s.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 27	Di 54

4. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO

Il dimensionamento degli specchi di una rete fognaria, richiede la valutazione delle massime portate di piena o portate critiche, che si possono verificare nelle varie sezioni della rete con assegnato periodo di ritorno. Il metodo maggiormente utilizzato, per determinare la portata critica, è il metodo della corrivazione che si basa sulle seguenti considerazioni:

- le gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura di questo;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità della pioggia caduta nel punto in un istante precedente quello del passaggio alla piena del tempo necessario perché detto contributo raggiunga la sezione di chiusura;
- questo tempo è caratteristico di ogni singolo punto e invariante nel tempo;
- il comportamento della rete nel suo complesso sia sincrono, cioè che i diversi collettori raggiungono contemporaneamente il massimo valore della portata.

Di conseguenza, una volta valutato il tempo di corrivazione t_c (Cfr. Par.3) considerando il tempo necessario perché la goccia, caduta nel punto più lontano del bacino, raggiunga la sezione di chiusura, seguendo il percorso idraulicamente più sfavorevole della rete, è possibile determinare la portata al colmo della piena critica, data da:

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot a(T) \cdot t_c^{n-1}$$

dove:

Q_c è la portata di colmo in l/s;

S è l'area del bacino scolante considerato in ha;

u è il coefficiente udometrico in l/(s·ha);

$2,78$ è il fattore di conversione da mm/(h·m²) a l/(s·ha)

t_c è il tempo di corrivazione in h;

φ è il coefficiente di deflusso delle superfici tributarie;

$a(T)$ è il coefficiente della curva di possibilità pluviometrica in mm·h⁽ⁿ⁻¹⁾;

n è l'esponente della curva di possibilità pluviometrica.

Una volta nota la portata di colmo Q_c , è possibile passare alla verifica della sezione determinando il suo grado di riempimento effettivo e la velocità al suo interno. La verifica delle sezioni scelte, avviene attraverso l'utilizzo della formula di Chezy con la combinata di Gaukler-Strickler, calcolando la velocità e di conseguenza la portata della sezione a completo riempimento:

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 28	Di 54

$$V_r = K_s \cdot R^{2/3} \cdot p^{1/2}$$

$$Q_r = \frac{D^2}{4} \pi \cdot V_r \cdot 10^3$$

dove

V_r è la velocità della sezione a completo riempimento;

Q_r è la portata della sezione a completo riempimento;

K_s è il coefficiente di Gaukler-Strickler;

p è la pendenza delle condotte stesse;

R è il raggio idraulico del collettore;

D è il diametro utile del collettore.

In particolare, per ogni tronco si determina la portata normalizzata Q_c/Q_r , al fine di ottenere attraverso l'utilizzo della scala di deflusso i rapporti h/D e V/V_r .

Tabella 8 Valori normalizzati della scala di deflusso per sezioni circolari [Becciu, Paoletti; 2005]

h/D	P/D	A/D²	R/D	V/V_r	Q/Q_r
0,05	0,45	0,015	0,033	0,257	0,005
0,10	0,64	0,041	0,064	0,401	0,021
0,15	0,80	0,074	0,093	0,517	0,049
0,20	0,93	0,112	0,121	0,615	0,088
0,25	1,05	0,153	0,147	0,701	0,137
0,30	1,16	0,198	0,171	0,776	0,196
0,35	1,27	0,245	0,193	0,843	0,263
0,40	1,37	0,293	0,214	0,902	0,337
0,45	1,47	0,343	0,233	0,954	0,416
0,50	1,57	0,393	0,250	1,000	0,500
0,55	1,67	0,443	0,265	1,039	0,586
0,60	1,77	0,492	0,278	1,072	0,672
0,65	1,88	0,540	0,288	1,099	0,756
0,70	1,98	0,587	0,296	1,120	0,837

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 29	Di 54

h/D	P/D	A/D²	R/D	V/Vr	Q/QR
0,75	2,09	0,632	0,302	1,133	0,912
0,80	2,21	0,674	0,304	1,140	0,977
0,85	2,35	0,711	0,303	1,137	1,030
0,90	2,50	0,744	0,298	1,124	1,066
0,95	2,69	0,771	0,286	1,095	1,074
1,00	3,14	0,785	0,250	1,000	1,000

Attraverso l'utilizzo dei suddetti rapporti, si deve ottenere un valore degli effettivi gradi di riempimento h/D , pari al rapporto tra le altezze del tirante idrico e il diametro utile della condotta, inferiore all'80%, così che venga assicurato un franco minimo di sicurezza, e che la velocità V risulti compresa tra 0,5 m/s e 5 m/s, in corrispondenza della portata media e massima.

Nel caso in esame, per la realizzazione della rete di drenaggio, è stato previsto un sistema di canalette in grado di collettare la portata di pioggia con pendenza nulla, di dimensioni tali da consentirne l'installazione all'interno del pacchetto di pavimentazione alto circa 50 cm. Le canalette sono state posizionate longitudinalmente all'allungamento del molo, ad una distanza tale da ricevere ognuna lo stesso apporto idrico.

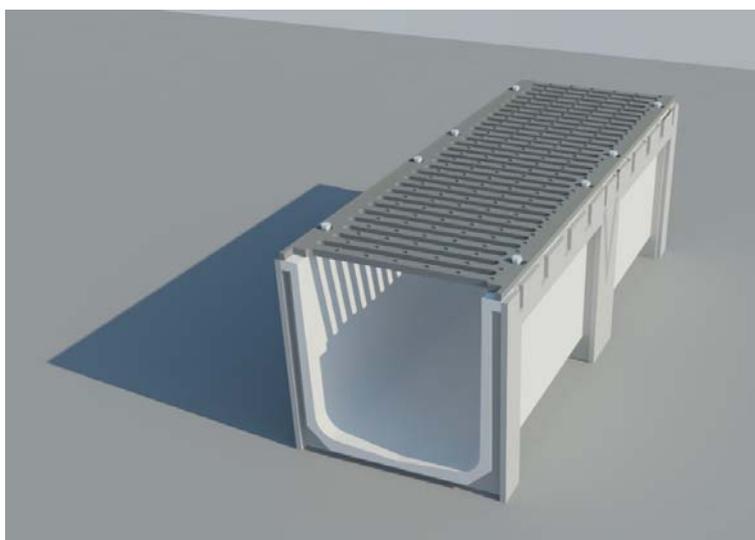


Figura 5 Canaletta di drenaggio 36x39 cm

Dalla suddivisione del bacino, si è ricavato un numero di canalette pari a 27, lunghe circa 100 m, convergenti ognuna in un pozzetto integrato in una piastra speciale, di collegamento tra il molo esistente e quello di nuova realizzazione, al di sotto della quale sarà ancorato un collettore in

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 30	Di 54

PEAD, con pendenza pari al 0,2%, avente il compito di indirizzare la portata di colmo agli impianti di trattamento.

Come dettagliato nei paragrafi successivi, le canalette sono state dimensionate con il metodo della corrivazione; soltanto dopo sono stati dimensionati i collettori, con l'utilizzo della formula di Chezy, e verificato che fossero idonei al collettamento delle portate raccolte dalle canalette agli impianti di trattamento, garantendo sempre un opportuno grado di riempimento.

4.1 Dimensionamento e scelta delle canalette di drenaggio

La zona in esame è stata suddivisa in diverse sotto-aree, ad ognuna delle quali è stata associata una canaletta di scolo: la distanza tra le canalette è stata determinata tenendo conto sia dei risvolti economici che ne sarebbero derivati aumentandone il numero, sia dei risvolti tecnici che sarebbero derivati da una distribuzione rada delle linee, con conseguenti malfunzionamenti del sistema di drenaggio quali ad esempio la creazione di rivoli d'acqua estesi o di zone di ristagno d'acqua.

Il sistema di canalizzazione conta n.27 canalette di scolo aventi una lunghezza pari a circa 100 m e pendenza pari a 0 m/m: le canalette hanno tutte le medesime caratteristiche dimensionali. Questa ottimizzazione è stata resa possibile dall'aver affidato ad ogni canaletta un'area di influenza omogenea.

Preliminarmente, si è proceduto infatti con la suddivisione dell'area in parti uguali fra loro, determinate non solo dalle necessità dell'impianto in oggetto ma anche dalle possibili interferenze di questo con la struttura e con le altre reti impiantistiche.

Si sono pertanto individuate n.27 sottoaree di pari superficie (elaborato tecnico 0129TST01207-00), ognuna servita da singola canaletta. Questa distribuzione, ha reso possibile anche la definizione di un unico tempo di corrivazione (cioè uno stesso tempo di accesso alla rete e uno stesso tempo di percorrenza del canale) pari a 15 minuti, valido per ogni sottobacino, che ha determinato per ogni canaletta una portata afferente media di 50 l/s.

Una volta determinata la portata afferente media, sono stati dimensionati i sottobacini associati ad ognuna di esse, aventi una capacità non eccedente quella della canaletta stessa.

I risultati del calcolo della portata di progetto afferente ogni canaletta, sono riportati nella tabella che segue.

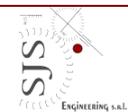
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 31	Di 54

Tabella 9 Portate afferenti i singoli sottobacini di drenaggio

PORTATE AFFERENTI I SINGOLI SOTTOBACINI DI DRENAGGIO								
	Id Canalette	Id aree scolanti	L [m]	B [m]	Estensione aree [mq]	Estensione aree [ha]	Q [mc/s]	Q [l/s]
IMPIANTO A	1	S1	100	13,65	1365	0,14	0,0419	41,94
	2	S2	100	13,6	1360	0,14	0,0418	41,79
	3	S3	100	13,6	1360	0,14	0,0418	41,79
	4	S4	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	5	S5	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	6	S6	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	7	S7	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	8	S8	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	9	S9	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
IMPIANTO B	10	S10	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	11	S11	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	12	S12	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	13	S13	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	14	S14	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	15	S15	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	16	S16	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	17	S17	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	18	S18	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63
IMPIANTO C	19	S19	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63
	20	S20	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63
	21	S21	100	14,2	1420	0,14	0,0446	44,56
	22	S22	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	23	S23	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63
	24	S24	100	16,5	1650	0,17	0,0507	50,70
	25	S25	100	16,5	1650	0,17	0,0507	50,70
	26	S26	100	15,45	1545	0,15	0,0475	47,47
	27	S27	100	15,5	1550	0,16	0,0476	47,63
Superficie totale					39920	3,992	1,2267	1226,66

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 32	Di 54

Si osservi che per pendenze nulle, l'equazione di Chezy, precedentemente riportata, non è in grado di stimare la portata di deflusso del canale, così come per pendenze minime il calcolo della sezione di passaggio risulta sovrastimato. Per questo motivo, la verifica idraulica è stata condotta avvalendosi del software specifico "Hydro", in grado di simulare condizioni di moto non uniforme all'interno delle condotte, dove con velocità e portata di deflusso variabili sezione per sezione.

Queste condizioni sono, senza alcun dubbio, quelle che generalmente si verificano in condizioni normali, e cioè dove l'apporto continuo di acqua nel canale, attraverso le griglie, modifica continuamente le condizioni di moto. Le simulazioni e il dimensionamento dei canali risulta, pertanto, più preciso rispetto ai metodi comunemente utilizzati.

Nella figura che segue, sono state riportate le dimensioni del canale di scolo scelto in funzione della portata da drenare e dell'altezza utile di circa 50 cm della pavimentazione in cui si andrà ad installare.

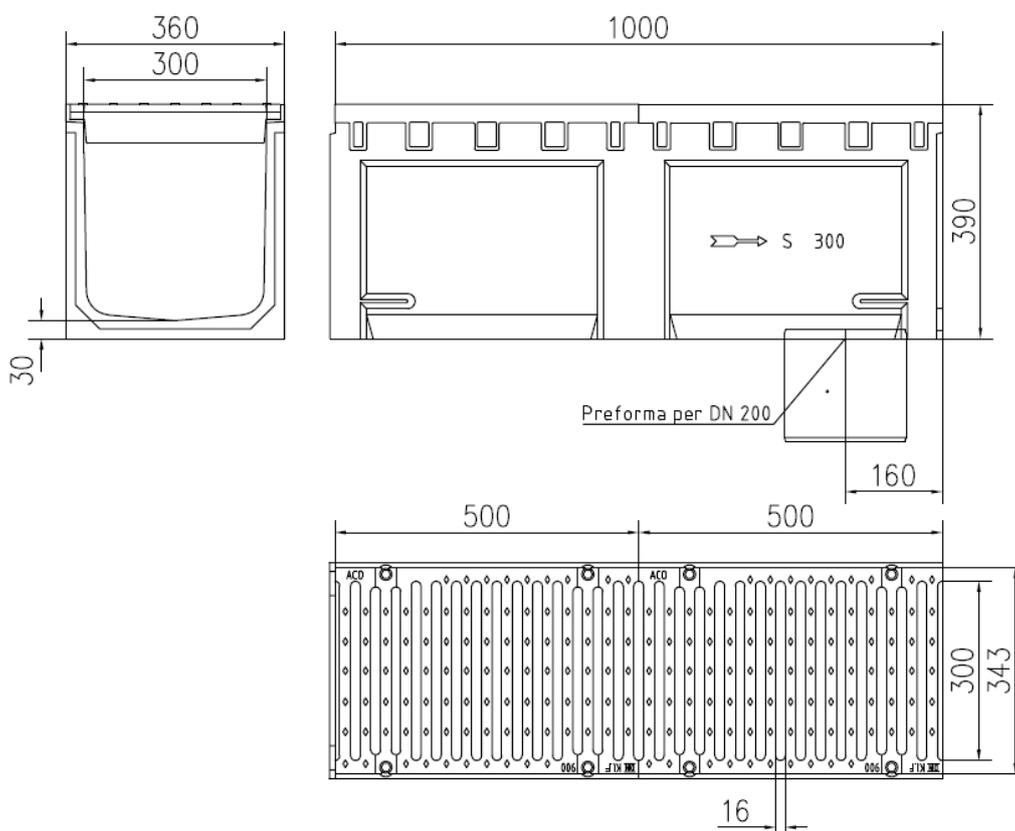


Figura 6 Canaletta di drenaggio 36x39 cm

Le canalette dovranno avere una griglia di copertura in classe F900 secondo la UNI EN 1433. Il corpo canale e la griglia dovranno essere realizzate come un unico elemento monolitico, tipo calcestruzzo polimerico, particolarmente indicato in aree soggette ad elevato traffico veicolare

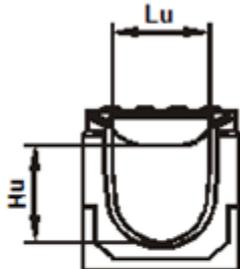
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 33 Di 54

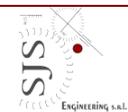
pesante. La struttura monolitica, infatti, elimina il problema della rottura delle griglie e la loro rumorosità. I particolari relativi alla canaletta di drenaggio scelta sono illustrati nell'elaborato tecnico 0129TST01211-00.

Nella tabella che segue sono, dunque, riportate le verifiche idrauliche condotte per la canaletta scelta, considerando le seguenti caratteristiche critiche:

- Lunghezza massima dal pozzetto di scarico: **100 m** ;
- Area di influenza: = **1815 m²** ;
- Indice di piovosità: **306 l/(s·ha)** ;
- Coefficiente di afflusso = **1** ;
- Pendenza nulla.

Tabella 10 Verifica idraulica della canaletta di scolo

Dati di progetto											
Posizione	:										
Sistema di canali	:										
Tipo	:	S 300 0.0									
Pendenza	:	Senza Pendenza									
Fine tratta canalette	:										
Lunghezza totale	[m]	100.00									
Area d'influenza	[m ²]	1815									
Indice di piovosità	[l/(s·ha)]	306									
Coefficiente di deflusso	:	1									
Viscosità cinematica del liquido	[cm ² /s]	0.01									
Coefficiente di rugosità [Manning-Strickler]	:	95									
		Durata di pioggia (D) [min] : 15									
		Tempo di ritorno(T) [a] : 5									
											
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Lu	[mm]	300									
Hu inizio	[mm]	320									
Hu fine	[mm]	320									
Lunghezza tratta	[m]	100.00									
Pendenza terrend	[%]	0.00									
Risultato											
Portata di deflusso	[l/s]	: 50.00									
Velocità di deflusso	[m/s]	: 1.72									
Altezza libera	[mm]	: 24.21, X = 0.00 m									
		(Intervallo tra il livello max. dell'acqua e il bordo del canale)									
Percentuale di utilizzo	[%]	: 89.70									

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 34 Di 54

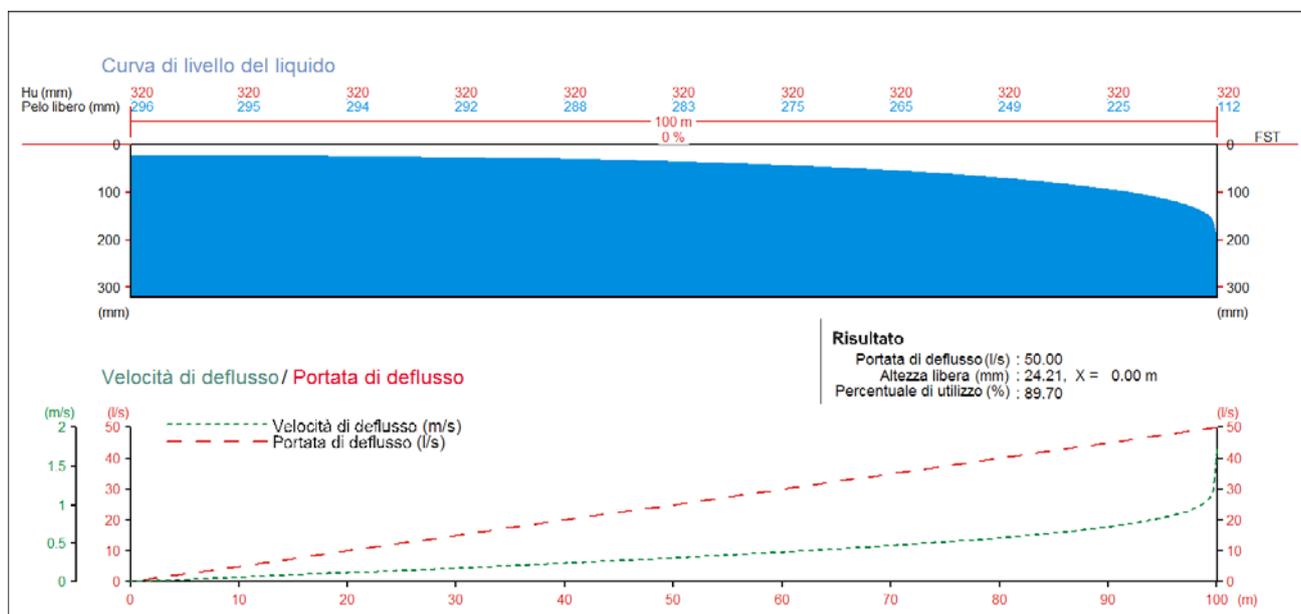


Figura 7 Diagrammi di verifica idraulica della situazione critica per la canaletta di scolo

4.2 Dimensionamento e verifica dei collettori

Come precedentemente descritto, le acque meteoriche, una volta intercettate dalle canalette di drenaggio, vengono indirizzate in un pozzetto terminale, integrato in una piastra speciale di collegamento tra l'allungamento del molo e l'esistente, da cui partono collettori in PEAD PE100 SDR26 di diametro variabile, con pendenza dello 0,2%, diretti verso gli impianti di trattamento.

Si sono previsti 3 impianti di trattamento, A, B e C, aventi ognuno una portata massima smaltibile di 400 l/s + con una di tolleranza del 10% (portata massima pari 440 l/s), capaci di raccogliere il contributo di massimo 9 canalette.

Come illustrato nella planimetria di progetto (elaborato grafico 0129TST01206-00) si sono numerate le canalette di drenaggio procedendo da Nord a Sud del molo, assegnati dei numeri anche ai pozzetti e ai tratti di collettore.

Il dimensionamento dei collettori è avvenuto quindi considerando rispettivamente i tratti A₁-A e A₉-A per la portata da inviare all'impianto di trattamento A, i tratti B₁₀-B per l'impianto di B e C₂₇-C₁₉ per la portata afferente l'impianto C.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 35 Di 54

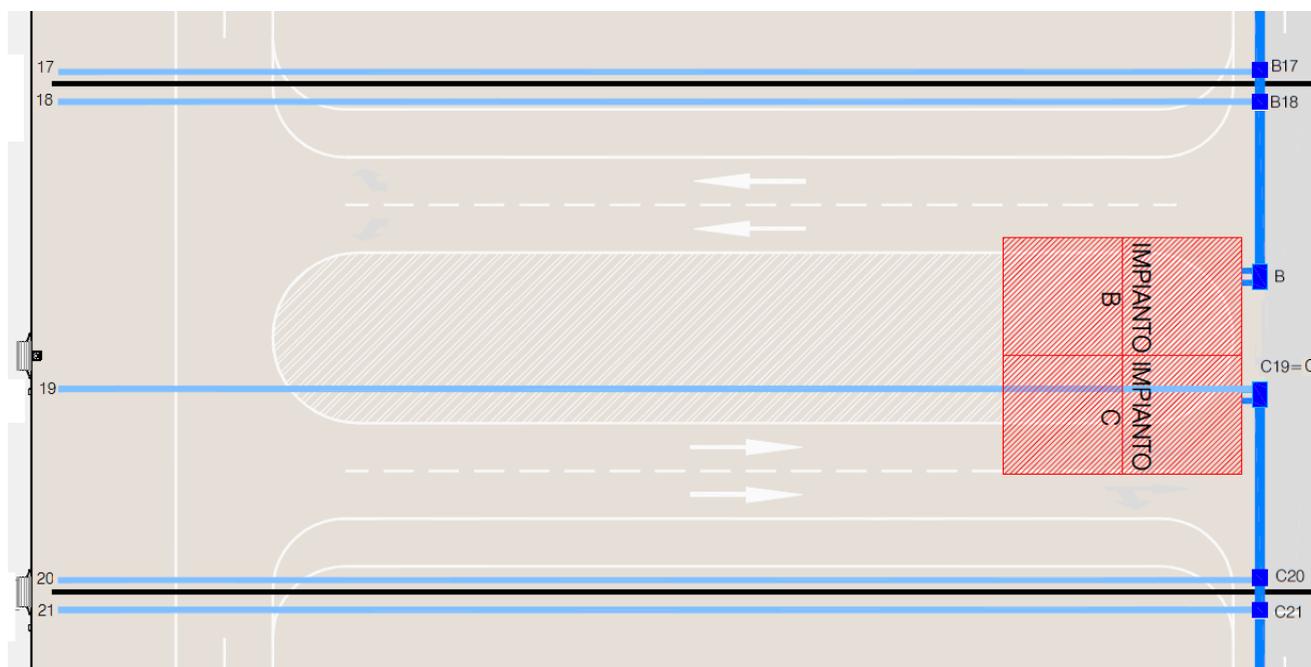


Figura 8 Esempio di numerazione pozzetti

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche condotte per i collettori afferenti ad ogni impianto di trattamento. La trattazione completa dei calcoli effettuati è stata riportata all'interno del foglio di calcolo, allegato alla presente relazione.

Tabella 11 Dimensionamento dei collettori afferenti all'impianto di trattamento "A"

TRONCO	L [m]	Pendenza [m/m]	Q [l/s]	DN [mm]	Dint [mm]	RIEMPIMENTO [%]	VELOCITA' [m/s]
A1-A2	17,3	0,002	41,94	0,355	0,328	0,63	0,72
A2-A	4,3	0,002	83,73	0,450	0,416	0,66	0,87
A9-A8	27,3	0,002	45,63	0,355	0,328	0,70	0,74
A8-A7	2,7	0,002	91,26	0,450	0,416	0,72	0,89
A7-A6	26,7	0,002	136,89	0,560	0,517	0,63	0,98
A6-A5	2,7	0,002	182,52	0,560	0,517	0,79	1,04
A5-A4	27,3	0,002	228,16	0,630	0,582	0,73	1,11
A4-A3	2,7	0,002	173,79	0,710	0,656	0,66	1,18
A3-A	15,0	0,002	315,58	0,710	0,656	0,73	1,21
Portata afferente l'impianto "A"			399,31				

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 36 Di 54

TRONCO	L [m]	Pendenza [m/m]	Q [l/s]	DN [mm]	Dint [mm]	RIEMPIMENTO [%]	VELOCITA' [m/s]
A-imp "A"	2,4	0,005	169,66	0,500	0,462	0,73	1,50
	2,4	0,005	169,66	0,500	0,462	0,73	1,50

Tabella 12 Dimensionamento dei collettori afferenti all'impianto di trattamento "B"

TRONCO	L [m]	Pendenza [m/m]	Q [l/s]	DN [mm]	Dint [mm]	RIEMPIMENTO [%]	VELOCITA' [m/s]
B10-B11	26,7	0,002	45,63	0,355	0,328	0,70	0,74
B11-B12	2,7	0,002	91,26	0,450	0,416	0,72	0,89
B12-B13	27,3	0,002	136,89	0,560	0,517	0,63	0,98
B13-B14	2,7	0,002	182,52	0,560	0,517	0,79	1,03
B14-B15	26,7	0,002	228,16	0,630	0,582	0,73	1,11
B15-B16	2,7	0,002	273,79	0,710	0,656	0,66	1,18
B16-B17	27,3	0,002	319,42	0,710	0,656	0,74	1,20
B17-B18	2,7	0,002	365,05	0,800	0,739	0,64	1,24
B18-B	14,7	0,002	411,74	0,800	0,739	0,69	1,28
Portata afferente l'impianto "B"			408,68				
B-imp "B"	2,4	0,005	204,34	0,500	0,462	0,77	1,52
	2,4	0,005	204,34	0,500	0,462	0,77	1,52

Tabella 13 Dimensionamento dei collettori afferenti all'impianto di trattamento "C"

TRONCO	L [m]	Pendenza [m/m]	Q [l/s]	DN [mm]	Dint [mm]	RIEMPIMENTO [%]	VELOCITA' [m/s]
C27-C26	25,25	0,002	47,63	0,355	0,328	0,70	0,76
C26-C25	2,7	0,002	95,10	0,450	0,416	0,73	0,89
C25-C24	20,1	0,002	145,80	0,560	0,517	0,65	1,01
C24-C23	26,7	0,002	196,51	0,630	0,582	0,65	1,06
C23-C22	2,7	0,002	242,14	0,630	0,582	0,77	1,12

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 37	Di 54

TRONCO	L [m]	Pendenza [m/m]	Q [l/s]	DN [mm]	Dint [mm]	RIEMPIMENTO [%]	VELOCITA' [m/s]
C22-C21	27,0	0,002	287,77	0,710	0,656	0,68	1,18
C21-C20	2,7	0,002	331,40	0,710	0,656	0,77	1,21
C20-C	15,35	0,002	375,03	0,800	0,739	0,66	1,28
C19-C	0		43,63				
Portata afferente l'impianto "C"			418,67				
B-imp "B"	2,4	0,005	209,34	0,500	0,462	0,77	1,52
	2,4	0,005	209,34	0,500	0,462	0,77	1,52

Come riportato nelle tabelle, l'ingresso della portata afferente ad ogni impianto avviene tramite due collettori in PEAD DN500 di pendenza dello 0,5%. Questa scelta è stata effettuata per superare i vincoli imposti dalle caratteristiche strutturali delle piastre speciali, in cui saranno installate le vasche di trattamento. Per questi collettori, infatti, è stata considerata la metà della portata afferente ad ogni singolo impianto.

Complessivamente la portata che il sistema di drenaggio è in grado di smaltire è pari 1.227,7 l/s.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 38 Di 54

5. ANCORAGGIO DELLE TUBAZIONI SOSPESSE

Le tubazioni, sospese al di sotto delle piastre speciali di raccordo tra il molo esistente e il nuovo tratto, saranno ancorate all'intradosso delle piastre mediante collari di sostegno in acciaio zincato con un passo non superiore ai valori ammissibili riportati nella tabella 17.

La distanza tra due sistemi di ancoraggio consecutivi è stata determinata col fine di mantenere costante la deformazione della tubazione, nella condizione di esercizio (combinazione rara), considerando sempre il tubo completamente pieno d'acqua. Lo stato limite deformativo del tubo è dato dal valore massimo della freccia che, come riportato nella formula, deve essere inferiore a $L/500$:

$$f_{max} < L/500$$

La deformazione è stata determinata assimilando la tubazione ad un elemento della trave, di sezione circolare cava, con due appoggi, sottoposta ad un carico uniformemente distribuito, pari al peso proprio sommato a quello del liquido (acqua) in esso contenuto, come riportato nella combinazione agli SLE:

$$F_d(SLE) = G_1 + Q_{K1}$$

con:

G_1 = peso della tubazione;

Q_{K1} = peso del liquido all'interno della tubazione nell'ipotesi di sezione completamente piena.

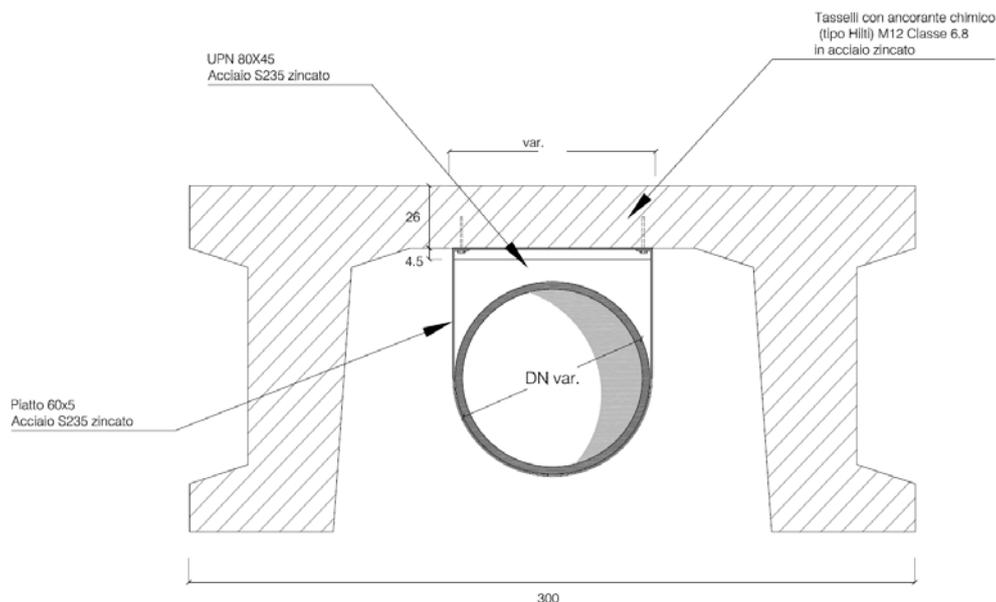


Figura 9 Schematizzazione ancoraggio collettore sospeso

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 39	Di 54

La massima distanza tra due appoggi consecutivi, per tubazioni sospese, affinché non si superi la freccia massima prestabilita (a metà della distanza stessa), deve essere calcolata attraverso le seguenti relazioni:

$$L = \sqrt[4]{\frac{384}{5} \cdot \frac{f \cdot E \cdot J}{q}}$$

$$J = \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4)$$

$$d = D - 2 \cdot s$$

$$q = \frac{\pi}{4} \cdot [D^2 \cdot \rho_{tu} - d^2 \cdot (\rho_{tu} - \rho_{fl})] \cdot g$$

dove:

L = distanza tra due appoggi consecutivi;

f = freccia massima;

E = modulo elastico del materiale della tubazione;

J = momento d'inerzia della sezione della tubazione;

D = diametro esterno della tubazione;

d = diametro interno della tubazione;

s = spessore della tubazione;

q = carico distribuito;

ρ_{tu} = densità del materiale della condotta;

ρ_{fl} = densità del fluido interno;

Per una tubazione in poletilene PE 100 si hanno:

ρ_{tu} = densità del materiale = 0,955-0,961 g/cm³;

E = modulo di elasticità = 1200 N/mm².

Le tubazioni appese previste in progetto, sono riepilogate nel prospetto alla pagina seguente:

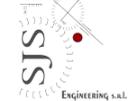
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 40 Di 54

Tabella 14 Determinazione del numero di collari di sostegno del collettore sospeso sotto le piastre

DN TUBAZIONI IN PEAD [mm]	L tratti collettore [m]
355	96,6
450	12,4
560	79,5
630	83,4
710	77,5
800	32,8
Totale	382,2

I calcoli effettuati sono validi sia nel breve che nel lungo termine: solo in questo caso, si è fatto ricorso ad un valore del modulo di elasticità pari alla metà del valore ordinario per tubazioni in Polietilene.

Tabella 15 Caratteristiche delle tubazioni

DN Tubo PEAD	Peso Polietilene	Spessore Tubo	Sezione Resistente tubo	Mom.to di Inerzia	Peso Lineare	E(BT) Modulo di Elasticità a breve termine	E(LT) modulo di Elasticità a lungo termine
mm	kg/m ³	mm	cm ²	cm ⁴	kg/m	daN/cm ²	daN/cm ²
800	961	30.6	739.27	547,903.45	71.04	12000	6000
710	961	27.2	583.17	340,390.74	56.04	12000	6000
630	961	24.1	458.51	210,739.58	44.06	12000	6000
560	961	21.4	361.92	131,443.03	34.78	12000	6000
500	961	19.1	288.41	83,506.81	27.72	12000	6000
450	961	17.2	233.75	54,817.00	22.46	12000	6000
355	961	13.6	145.79	21,274.42	14.01	12000	6000

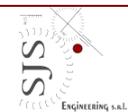
	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 41	Di 54

Tabella 16 Distanza massima ammissibile agli SLE

DN Tubo PEAD	% Riemp.to Tubo	% Acqua	Peso materiale	Peso totale sul tubo	freccia massima (cm) appoggio-appoggio	Lmax (cm) BT	Lmax (cm) LT
mm	%	%	Kg/m ³	Kg/m	cm	cm	cm
800	100	100	1000	500	0.0800	587	466
710	100	100	1000	393	0.1014	542	430
630	100	100	1000	310	0.1290	501	397
560	100	100	1000	245	0.1634	463	367
500	100	100	1000	195	0.2050	429	340
450	100	100	1000	158	0.2530	400	317
355	100	100	1000	98	0.4057	342	271

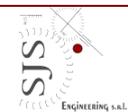
Pertanto, per i tratti di collettore, aventi diversi diametri, sospesi e posti in opera alla pendenza dello 0,2% verso gli impianti di trattamento, varranno tutte le informazioni riportate tabella 17, e cioè i diametri delle tubazioni, le distanze reciproche tra i dispositivi di ancoraggio ed il numero totale di collari.

Tabella 17 Distanza tra i dispositivi di sostegno

DN TUBAZIONI IN PEAD	Distanza tra i dispositivi di sostegno	N. collari
mm	m	N°
355	2,5	39
450	3	4
560	3	26
630	3	28
710	3	26
800	3	11
Totale		134

Il sistema di sostegno previsto, verrà realizzato mediante un piatto in acciaio S 235 zincato 60x5, ancorato attraverso un profilato UPN 80x45 in acciaio 235, zincato, alla soletta superiore della piastra speciale, avente spessore di 26 cm.

Il massimo carico agli SLU, secondo la combinazione per le verifiche strutturali:

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina	42
		Di	54

$$F_d(SLU) = g_1 \gamma_{g1} + q_1 \gamma_{qk1} + \psi_{0j} q_{kj} \gamma_{q1}$$

cui saranno soggetti i tasselli, è stato valutato per la tubazione di diametro pari a 800 mm completamente piena, con un carico accidentale aggiuntivo di 100 kg e con peso della staffa posta pari al 10% del peso del tubo pieno d'acqua.

Tabella 18 Distanza tra i dispositivi di sostegno per tubazione in PEAD DN800 con passo staffa 3,00 m

TUBAZIONE IN PEAD DN800 - PASSO STAFFE 3,00 m					
Dati	Peso [kg]	N° staffa/ Passo staffa	Valori caratteristici (k)	γ (SLU)	Valori di calcolo (d)
Staffa	57,06	1	57,06	1,3	74,17
Acqua	499,52	3,00 m	1498,55	1,5	2247,83
Tubo	71,04	3,00 m	213,13	1,3	277,07
Car. accidentali	100,00	1	100,00	1,5	150,00
Altri carichi	0,00	1	0,00	1,5	0,00
Peso totale [kg]					2749,07
Carico su singolo tassello [kN] 2 tasselli per ciascuna staffa di ancoraggio					13,75

I tasselli di ancoraggio saranno M 12 in acciaio zincato, classe 6.8 (tipo HSA della Hilti con ancorante chimico), da fissare su supporti di spessore da 26 cm, su calcestruzzo RCK 45.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 43	Di 54

6. IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE

6.1 Riferimenti normativi

La pavimentazione del Molo VII del porto di Trieste risulta interessata dal transito e dallo stoccaggio di merci pericolose; pertanto, trova applicazione il punto 2 dell'articolo 27 del PTA della Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - *"Nel caso in cui le superfici scolanti relative alle attività di cui all'allegato 4 siano destinate, ancorchè saltuariamente, al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 alla parte terza del decreto legislativo 152/2006, si applicano le disposizioni di cui all'articolo 108 commi 1 e 2 del decreto legislativo 152/2006. Il rispetto dei valori limite di emissione è accertato su campioni prelevati all'uscita del relativo impianto di trattamento"*.

Infatti, secondo quanto stabilito dall'Art. 108 del D.Lgs. 152/2006, *"le disposizioni relative agli scarichi di sostanze pericolose si applicano agli stabilimenti nei quali si svolgono attività che comportano la produzione, la trasformazione o l'utilizzazione delle sostanze di cui alle Tabelle 3/A e 5 dell'Allegato 5 alla parte terza del presente decreto..."*

Inoltre, come dettato dall'articolo 28 PTA Friuli Venezia Giulia, *"le acque meteoriche di dilavamento provenienti da superfici contaminate da idrocarburi di origine minerale possono essere sottoposte a trattamento in impianti con funzionamento in continuo, progettati sulla base della portata massima stimata in connessione agli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici della zona, assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1"*.

La soluzione tecnica scelta, prevede l'utilizzo di impianti di separazione che assicurano una qualità dell'acqua di scarico che rispetta i limiti di legge imposti dalla Tab.3 allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 e precisamente:

- Per scarichi in acque superficiali la quantità di idrocarburi deve essere <5ppm.

I disoleatori sono classificati proprio in base alla loro capacità di dividere efficacemente l'acqua dagli HC.

In base alla UNI EN 858 vi sono due classi di separatori:

- Classe I che garantiscono una concentrazione di HC <5ppm
- Classe II che assicurano un tenore di HC <100 ppm

I separatori proposti dovranno garantire, tramite la presenza di filtri ad alto coefficiente di separazione, la conformità alla classe I in base alla UNI EN 858 permettendo quindi di rispettare i limiti di scarico in acque superficiali.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 44	Di 54

Riepilogo Normative

- Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n° 152;
- Deliberazione Giunta Regionale n° 2000 del 15 Novembre 2012: Piano Tutela delle Acque della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia
- UNI EN 858- 1 Impianti di separazione per liquidi leggeri
- UNI EN 858-2 Impianti di separazione per liquidi leggeri.

6.2 Le maree

L'analisi statistica delle variazioni del livello del mare ha lo scopo quello di verificare la compatibilità delle quote delle strutture di banchina con le variazioni del livello del mare, e accertare la validità delle scelte progettuali passate, relative alle banchine esistenti, tenendo conto che:

- le quote di banchina possono influenzare la funzionalità e le modalità di ormeggio delle navi e le caratteristiche dei mezzi di banchina;
- le quote dell'intradosso di travi ed impalcati possono indirizzare le scelte relativamente alla tipologia strutturale, anche in relazione alla modalità e alla frequenza degli interventi di manutenzione (la situazione ideale è infatti quella in cui travi e impalcati non sono raggiunti dal mare o lo sono raramente).

Le variazioni del livello del mare sono molto evidenti nell'alto Adriatico, potendo raggiungere, in condizioni eccezionali, escursioni pari anche a 2 ÷ 2,5 metri.

Queste variazioni dipendono da effetti astronomici e da particolari condizioni meteorologiche.

L'escursione di marea, relativa agli effetti astronomici, è limitata a circa 1 metro mentre, la parte rimanente, dipendente dagli effetti locali del vento e dai fenomeni di oscillazione dell'intero mare Adriatico indotti dal passaggio di particolari perturbazioni, è estremamente variabile e può essere di entità superiore a quella astronomica. In particolare, i livelli di marea meteorologici più elevati, si hanno in concomitanza di basse pressioni sull'Adriatico Settentrionale e vento di Scirocco .

La figura 9 rappresenta il livello del mare misurato dal sensore APAT di Trieste negli anni 2000, 2001 e 2004. L'analisi statistica delle variazioni del livello del mare è stata eseguita utilizzando i dati rilevati dal mareografo locale, ubicato nel porto di Trieste in corrispondenza del molo Sartorio, e gestito dall'Istituto Talassografico del CNR, livelli minimi e massimi annui registrati al mareografo nel periodo compreso dal 1875 al 1996.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina	45
		Di	54

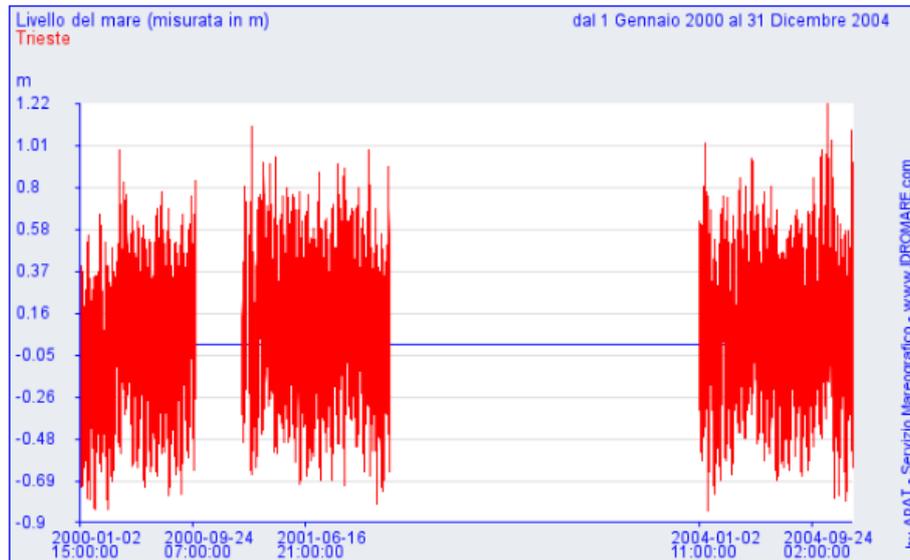


Figura 10 Livello del mare misurato alla stazione APAT di Trieste

I dati sono stati elaborati statisticamente, utilizzando la funzione doppio esponenziale di Gumbel, e ottenendo le curve di correlazione dei livelli marini minimi e massimi rispetto al periodo di ritorno riportate graficamente nella Figura 10: considerata l'estensione del campione di dati, è stato possibile definire, con buona approssimazione, eventi di marea con un tempo di ritorno anche fino a 200 anni.

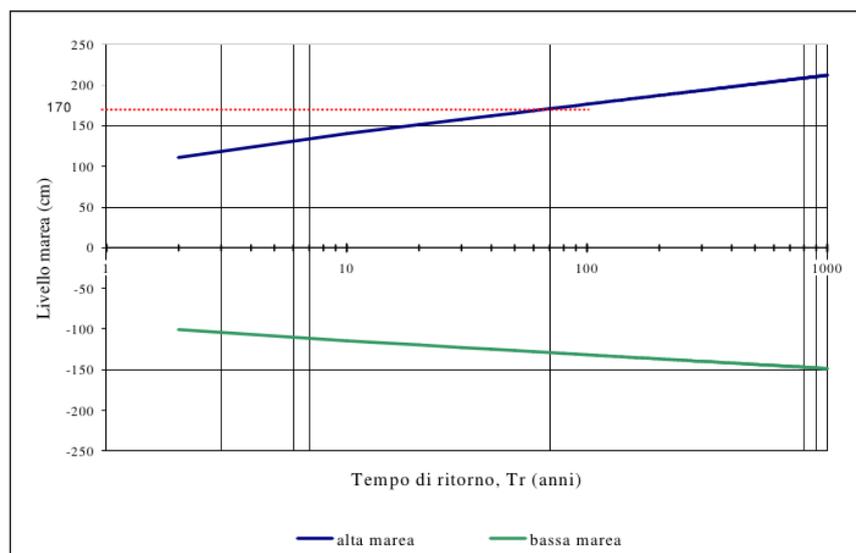


Figura 11 Distribuzione delle maree estreme in funzione del tempo di ritorno [Istituto Talassografico del C.N.R., molo Sartorio]

In tabella 11 sono sintetizzati i livelli minimi e massimi dedotti con la formula di Gumbel per tempi di ritorno di 2, 10, 50, 100 e 200 anni.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 46	Di 54

Tabella 19 Livelli massimi e minimi di marea per tempi di ritorno significativi (cm)

LIVELLI	TEMPO DI RITORNO (ANNI)				
	2	10	50	100	200
Minimi	-100	-120	-128	-130	-140
Massimi	112	140	163	+170	175

Ai fini del dimensionamento delle nuove opere marittime, ed in particolare della definizione della quota di sommità delle banchine e delle caratteristiche strutturali delle nuove opere, si farà riferimento ad un evento di marea caratterizzato da un livello con ricorrenza centennale (pari a 170 cm).

6.3 Dimensionamento e configurazione degli impianti

Per il trattamento in continuo della massima portata stimata per la rete di drenaggio, sono stati previsti tre impianti di trattamento; essendo il sistema di drenaggio composto da 27 canalette di scolo, le acque meteoriche da queste raccolte saranno indirizzate ai diversi impianti considerando associate, ad ognuno di essi, un totale di 9 canalette.

Ogni impianto è stato dimensionato per trovare collocazione all'interno di due piastre speciali, rispettando **i requisiti di progettazione, dimensionamento e performance di un impianto di separazione di liquidi leggeri dettati a livello europeo dalla UNI EN 858.**

In particolare, la norma si applica ad impianti dove la separazione delle benzine od oli dall'acqua avviene per gravità, con la presenza o meno di elementi a coalescenza.

L'impianto di separazione avrà una configurazione tale da comprendere un separatore, un sedimentatore ed un punto di campionamento. Come riportato nel prospetto 1 della norma UNI EN 858, i separatori vengono classificati in base alla loro capacità di dividere più o meno efficacemente l'acqua dagli HC.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 47	Di 54

Tabella 20 Prospetto1 Norma UNI EN 858

Classi dei separatori

Classe	Contenuto massimo ammissibile di olio residuo ^{a)} mg/l	Tecnica di separazione tipica (per esempio)
I	5,0	Separatori coalescenti
II	100	Separatori a gravità
a) Quando sottoposto a prova come da 8.3.3.1 e in seguito all'analisi dei campioni per il rilevamento del loro contenuto di idrocarburi tramite spettroscopia a infrarossi come da A.2 e A.3.		

La presenza di un impianto di separazione di HC deve assicurare che la qualità dell'acque di scarico rispetti i limiti di legge imposti dalla Tab. 3 allegato 5 del D.Lgs. 152/99 e precisamente:

- per immissioni in fogna il tenore di idrocarburi deve essere <10 mg/l;
- per scarichi in acque superficiali la qualità di idrocarburi deve essere <5 mg/l.

Per tale motivo occorre ricorrere ad impianti di Classe I, in modo da rientrare nei limiti imposti a norma di legge per scarichi in acque superficiali.

La UNI EN 858 nella parte 1 ed in particolare al paragrafo 6.5.6.2 detta i requisiti di progettazione per impianti gettati in opera per portate nominali NS superiori a 150 l/s, qui di seguito richiamati:

- il rapporto fra larghezza e lunghezza del separatore deve essere compreso tra 1:1,15 e 1:5;
- la distanza tra la parte inferiore del separatore e il paraschiuma o la tubazione di scarico dovrebbe essere il 20% della profondità dell'acqua H;
- la profondità minima H_{min} dell'acqua deve essere 2,5 m incluse una profondità di 0,15 m per lo stoccaggio del liquido leggero e una profondità di 0,35 m per la raccolta di eventuali sedimenti.

Dalla dimensione nominale NS è possibile calcolare l'area superficiale minima A_{min} , il volume totale minimo V_{min} e il volume di stoccaggio del liquido leggero V_{1min} come segue:

- Superficie d'acqua in m²: $A_{min} = 0,2 \times NS$
- Volume totale in m³: $V_{min} = H \times A = 0,5 \times NS$
- Volume di stoccaggio del liquido leggero in m³: $V_{1min} = 0,03 \times NS$

Nella tabella che segue, si riportano i dimensionamenti minimi del sedimentatore, della zona di separazione e la superficie minima degli elementi a coalescenza in funzione della portata nominale NS, così come indicato nella norma UNI.

Tabella 21 Valori di dimensionamento impianto di separazione in base alla Norma UNI EN 858

NS	total Inlet DN	Sludge trap						Separator						
		Group I (Vol. = 100 x NS)		Group II (Vol. = 200 x NS)		Group III (Vol. = 300 x NS)		Length c	Width b	Depth H	Surface	Volume	Oil Storage	No. of installed elements
		Length a	Volume	Length a	Volume	Length a	Volume							
l/s	min.	m	m³	m	m³	m	m³	m	m	m	m²	m³	m³	
150	400	1,7	15,0	3,4	30,0	5,1	45,0	8,7	3,5	2,5	30,5	76,1	24,1	2
175	400	1,9	17,5	3,7	35,0	5,6	52,5	9,4	3,75	2,5	35,3	88,1	27,8	3
200	400	2,0	20,0	4,0	40,0	6,0	60,0	10,0	4,0	2,5	40,0	100,0	31,6	3
225	450	2,1	22,5	4,2	45,0	6,4	67,5	10,6	4,25	2,5	45,1	112,6	35,6	3
250	450	2,2	25,0	4,4	50,0	6,7	75,0	11,2	4,5	2,5	50,4	126,0	39,8	3
275	500	2,3	27,5	4,6	55,0	6,9	82,5	11,6	4,75	2,5	55,1	137,8	43,5	4
300	500	2,4	30,0	4,8	60,0	7,2	90,0	12,0	5,0	2,5	60,0	150,0	47,4	4
325	500	2,5	32,5	5,0	65,0	7,5	97,5	12,6	5,2	2,5	65,5	163,8	51,8	4
350	500	2,6	35,0	5,3	70,0	7,9	105,0	13,2	5,3	2,5	70,0	174,9	55,3	5
400	500	2,9	40,0	5,7	80,0	8,6	120,0	14,3	5,6	2,5	80,1	200,2	63,3	5
450	600	3,0	45,0	6,0	90,0	9,0	135,0	15,0	6,0	2,5	90,0	225,0	71,1	6
500	600	3,2	50,0	6,3	100,0	9,5	150,0	15,85	6,3	2,5	99,9	249,6	78,9	6
550	600	3,3	55	6,7	110	10,0	165	16,7	6,6	2,5	110,2	275,6	87,1	7
600	800	3,4	60	6,9	120	10,3	180	17,2	7,0	2,5	120,4	301,0	95,1	7

Remark: Width and Length of the separator camber could be changed in a certain range allowed ratio: between 1 : 1,5 and 1 : 5

In definitiva, per il dimensionamento dell'impianto di separazione è stata assunta una portata di acqua meteorica da trattare pari a circa 400 l/s. Considerando una tolleranza ammessa del 10%, per una portata di 400 l/s si può fare riferimento in tabella ad una portata nominale NS di 400 l/s con un sedimentatore del gruppo I, con 5 disoleatori a coalescenza di NS 80 l/s.

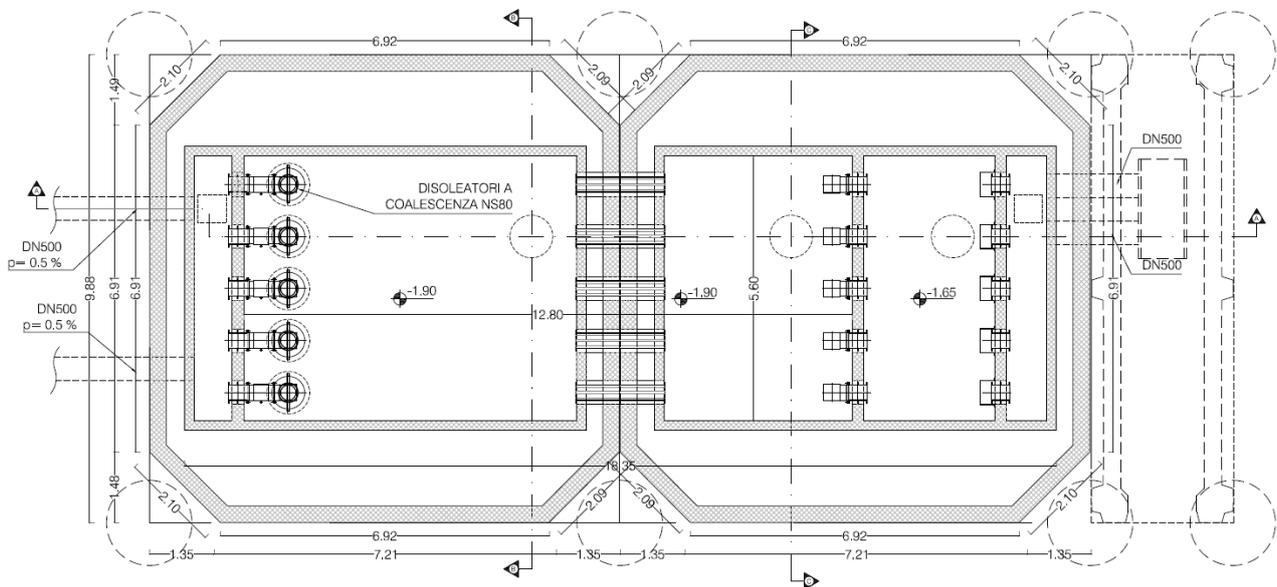


Figura 12 Pianta dell'impianto di trattamento installato in piastre speciali

Osservando quanto prescritto dalla UNI EN 858-1, la configurazione dell'impianto di separazione risulta:

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA		Pagina 49 Di 54
	IMPIANTI ACQUE METEORICHE		

Tabella 22 Dimensionamento impianto di separazione

NS	Total Inlet DN	Sludge trap Group I (Vol =100xNS)		Separator						N° of installed elements
		Lengtha	Volume	Lengthc	Width b	Depth H	Surface	Volume	Oil Storage	
l/s		m	m ³	m	m	m	m ²	m ³	m ³	
400	2x500	2,75	40	12,80	5,6	2,8	71,7	200,7	63,3	5

Per ciò che attiene le manutenzioni degli elementi, nel rispetto delle indicazioni fornite dalla norma UNI EN 858-2, si procederà con almeno 2 manutenzioni all'anno, senza che si debba interrompere l'esercizio dell'impianto ma semplicemente sfilando uno ad uno, i singoli elementi e procedendo al lavaggio in acqua corrente per poi passare alla manutenzione dell'elemento successivo. Per questo motivo, si stati previsti chiusini d'ispezione in calcestruzzo. in corrispondenza di ogni elemento a coalescenza, così da assicurare la manutenzione ordinaria dell'impianto.

Le zone di sedimentazione e disoleazione sono state separate da un setto e le portate gestite attraverso tubazioni flangiate DN300. La parte interna della vasca dovrà essere rivestita da un doppio strato di resina sintetica, resistente agli acidi ed agli idrocarburi. All'interno del vano di sedimentazione, si è prevista la decantazione e lo stoccaggio dei fanghi che hanno una densità maggiore di quella dell'acqua. Il flusso d'acqua, superata la fase di sedimentazione proseguirà nell'area di separazione oli, che avviene per mezzo di elementi plastici a coalescenza con alto coefficiente di separazione, operanti a gravità.

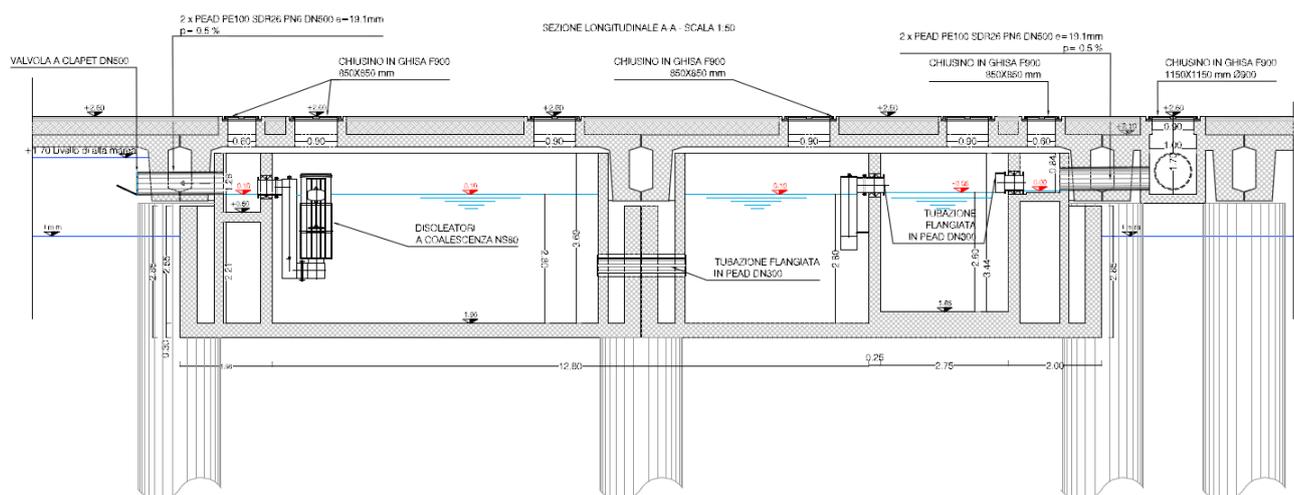


Figura 13 Sezione A-A dell'impianto di trattamento installato in piastre speciali

Anche le goccioline d'olio più piccole, saranno separate dall'acqua ottimizzando la separazione degli idrocarburi non miscibili e garantendo un tenore di HC in uscita < 5ppm.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina 50	Di 54

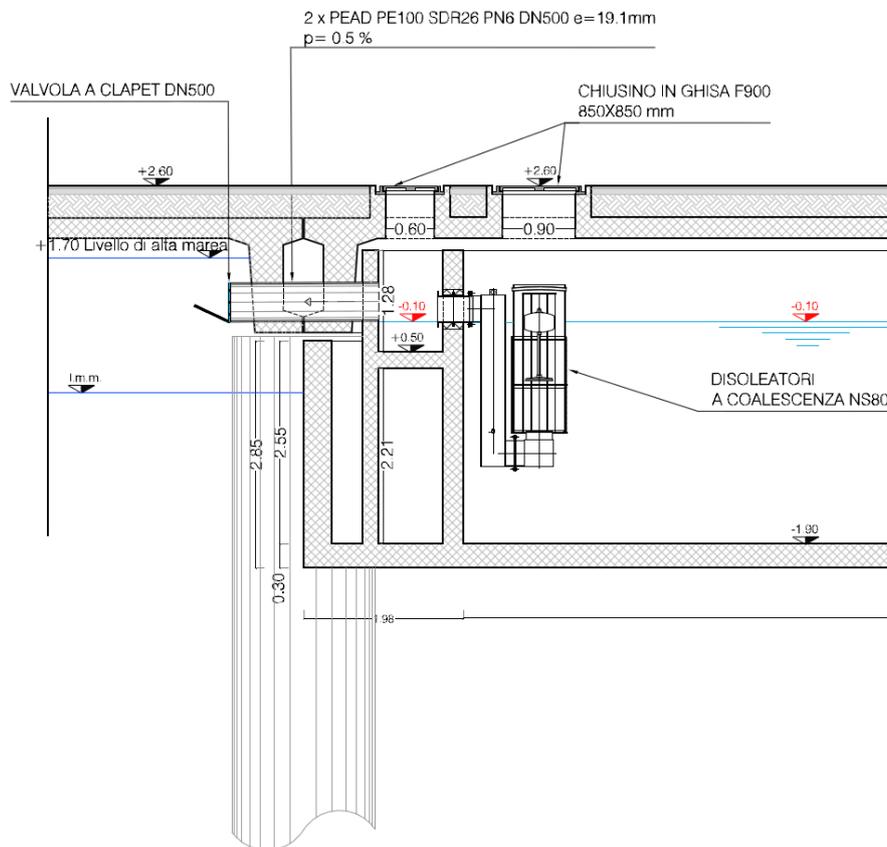


Figura 14 Particolare scarichi e punto di campionamento della vasca di trattamento

In uscita ai disoleatori a coalescenza è stato poi predisposto un punto di campionamento, in modo tale che vengano effettuati tutti i monitoraggi necessari a valle dei processi di trattamento delle acque.

Infine, lo scarico avverrà con due tubazioni DN500 poste +0.9 m s.l.m.m. prevedendo l'installazione di due valvola a clapet, orientate in modo tale da chiudere il sistema di scarico nel caso si verifichi l'evento straordinario di alta marea, stimato al massimo a +1,70 m s.l.m.m.

Per il dettaglio grafico degli impianti di trattamento, si rimanda all'elaborato 0129TST01212-00.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO	Data Luglio 2015	
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE	Pagina	51
		Di	54

7. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per il drenaggio delle superfici scolanti, in cui è stata suddivisa l'area di progetto, è stato scelto un sistema di drenaggio lineare costituito da canalette prefabbricate, protette da una copertura grigliata. Questi elementi lineari sono realizzati in calcestruzzo polimerico, un materiale composito prodotto mescolando sabbie a diversa granulometria ed una varietà di minerale necessari al riempimento degli interstizi, con agenti leganti quali polimeri che aumentano le caratteristiche di durezza, resistenza, leggerezza ed impermeabilità del materiale. Inoltre, la resina di poliester e di diversi additivi conferisce al calcestruzzo polimerico una migliore resistenza nei confronti di acidi e solventi e degli sbalzi termici, nonché consente di eliminare la conduttività elettrica.

Per quanto riguarda, invece, le tubazioni atte a collettare le acque meteoriche, raccolte dalle canalette di scolo, sono state previste tubazioni in polietilene alta densità PE 100 SDR26 PN6, di diametri compresi tra DN355 a DN800, a superficie liscia, recante stampato per esteso la ditta produttrice, la data di produzione, il diametro esterno del tubo, la pressione nominale, realizzato in conformità alle norme UNI 10910 e/o EN 12201.

7.1 Giunzioni di tubazioni e raccordi di materie plastiche

La giunzione fra due tubi in PEAD dovrà avvenire per saldatura, che dovrà essere eseguita:

- da personale qualificato;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

Questo tipo di saldatura dovrà essere realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente.

Questi elementi dovranno essere riscaldati con resistenze elettriche aventi regolazione automatica della temperatura.

La macchina saldatrice dovrà operare con tensioni di saldatura di sicurezza, in accordo alle prescrizioni del D.P.R. n° 547 del 27/4/1955 e s.m.i.

Prima di effettuare le operazioni di saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

Le testate dei manufatti dovranno essere preparate per la saldatura testa a testa, creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese, manuali per i piccoli diametri ed elettriche

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 52	Di 54

per diametri e spessori più alti; queste ultime, dovranno avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale.

Le testate così predisposte non dovranno essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con solventi idonei.

I due pezzi da saldare dovranno essere messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento verrà inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Dopo il tempo previsto, il termoelemento verrà estratto e le due testate verranno spinte l'una contro l'altra ad una pressione tale che permetta al materiale di tornare allo stato solido.

La saldatura non dovrà essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il PEAD richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 200 ± 10 °C;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento riferita alla superficie da saldare; dovrà essere tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 Kg/cm²).

7.2 Trasporto ed accatastamento dei tubi

Nel trasporto dei tubi, i piani di appoggio dovranno essere privi di asperità. I tubi dovranno essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi in rotoli dovranno essere appoggiati preferibilmente in orizzontale.

Le imbracature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione, vengono effettuati con gru o col braccio di un escavatore, i tubi dovranno essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni verranno effettuate manualmente, si eviterà in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri ed aguzzi.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
	RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 53 Di 54

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 2 metri qualunque sia il diametro.

Quando i tubi verranno accatastati all'aperto per lunghi periodi, dovranno essere protetti dai raggi solari. Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

	PORTO DI TRIESTE – TERMINAL CONTAINER MOLO VII ALLUNGAMENTO 100m	Documento 0129TST01012-01-R05	
	PROGETTO DEFINITIVO		Data Luglio 2015
RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ACQUE METEORICHE		Pagina 54	Di 54

8. CONCLUSIONI

Il progetto in questione risulta, pertanto, essere formulato nel rispetto delle normative sopra menzionate.

Parte integrante della presente relazione sono i seguenti elaborati grafici:

- 0129TST01206-00 - "Impianto Acque Meteoriche: Planimetria generale"
- 0129TST01207-00- "Impianto Acque Meteoriche: Planimetria dei bacini scolanti"
- 0129TST01208-00- "Impianto Acque Meteoriche: Planimetria collettore principale"
- 0129TST01209-00- "Impianto Acque Meteoriche: Profili collettore principale"
- 0129TST01210-00- "Impianto Acque Meteoriche: Particolari pozzetti e alloggiamenti"
- 0129TST01211-00- "Impianto Acque Meteoriche: Particolare dei canali di raccolta"
- 0129TST01212-00- "Impianto Acque Meteoriche: Impianto di trattamento - pianta e sezioni"

Roma, Luglio 2015

Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Michelangelo Lentini



**PORTO DI TRIESTE - TERMINAL CONTAINER MOLO VII
ALLUNGAMENTO 100m**

Documento

0129TST01012-01-R05



PROGETTO DEFINITIVO

Data **Luglio 2015**

**RELAZIONE TECNICA
IMPIANTI ACQUE METEORICHE**

ALLEGATO

9. ALLEGATO: DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

Tempo di Ritorno		Caratteristiche del sottobacini elementari del sistema di drenaggio						a	n	t [ore]	l [mm/h]	Coef. Scabrezza [m ^{1/3} /7s]				Portate e velocità del collettore a sezione piena		Parametri adimensionalizzati			Verifica Velocità	
5 Anni		Coefficiente di afflusso		1	38,8858	0,2458	0,2500	110,6206	K _S = 80													
Id Canalette	Tratti collettore	Id aree scolanti	L [m]	B [m]	Estensione aree [mq]	Estensione aree [ha]	Q [mc/s]	Q [l/s]	pendenza i [m/m]	DN Diametro esterno [m]	Dint Diametro interno [m]	e spessore [m]	Raggio idraulico R	Vr [m/s]	Qr [l/s]	Q/Qr	h/D	V/Vr	V[m/s]	Verifica 0,5 m/s < V < 5 m/s h/D < 0,80		
1	A1-A2	S1	100	13,65	1365	0,14	0,0419	41,94	0,00													
			17,3						0,002	0,355	0,328	0,0136	0,082	0,68	56,94	0,737	0,63	1,07	0,72	SI		
	2	A2-A	S2	100	13,6	1360	0,14	0,0418	41,79	0,00												
			S1+S2	4,3		2725	0,27	0,0837	83,73	0,002	0,450	0,416	0,0172	0,104	0,79	107,21	0,781	0,66	1,10	0,87	SI	
	9	A9-A8	S9	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
				27,3						0,002	0,355	0,328	0,0136	0,082	0,68	56,94	0,801	0,70	1,10	0,74	SI	
	8	A8-A7	S8	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
			S9+S8	2,7		2970	0,30	0,0913	91,26	0,002	0,450	0,416	0,0172	0,104	0,79	107,21	0,851	0,72	1,12	0,89	SI	
	7	A7-A6	S7	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
			S9+S8+S7	26,7		4455	0,45	0,1369	136,89	0,002	0,560	0,517	0,0214	0,129	0,91	192,10	0,713	0,63	1,07	0,98	SI	
6	A6-A5	S6	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S9+S8+S7+S6	2,7		5940	0,59	0,1825	182,52	0,002	0,560	0,517	0,0214	0,129	0,91	192,10	0,950	0,79	1,13	1,04	SI		
5	A5-A4	S5	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S9+S8+S7+S6+S5	27,3		7425	0,74	0,2282	228,16	0,002	0,630	0,582	0,0241	0,145	0,99	262,92	0,868	0,73	1,12	1,11	SI		
4	A4-A3	S4	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S9+S8+S7+S6+S5+S4	2,7		8910	0,89	0,2738	273,79	0,002	0,710	0,656	0,0272	0,164	1,07	361,53	0,757	0,66	1,10	1,18	SI		
3	A3-A	S3	100	13,6	1360	0,14	0,0418	41,79	0,00													
		S9+S8+S7+S6+S5+S4+S3	15,0		10270	1,03	0,3156	315,58	0,002	0,710	0,656	0,0272	0,164	1,07	361,53	0,873	0,73	1,13	1,21	SI		
A		S _{TOT}	2,4		12995	1,30	0,3993	399,31	0,005	0,500	0,462	0,0191	0,115	1,34	224,53	0,889	0,73	1,12	1,50	SI		
									0,005	0,500	0,462	0,0191	0,115	1,34	224,53	0,889	0,73	1,12	1,50	SI		
10	B10-B11	S10	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
			26,7						0,002	0,355	0,328	0,0136	0,082	0,68	56,94	0,801	0,70	1,10	0,74	SI		
	11	B11-B12	S11	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
			S10+S11	2,7		2970	0,30	0,0913	91,26	0,002	0,450	0,416	0,0172	0,104	0,79	107,21	0,851	0,72	1,12	0,89	SI	
	12	B12-B13	S12	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
			S10+S11+S12	27,3		4455	0,45	0,1369	136,89	0,002	0,560	0,517	0,0214	0,129	0,91	192,10	0,713	0,63	1,07	0,98	SI	
	13	B13-B14	S13	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
			S10+S11+S12+S13	2,7		5940	0,59	0,1825	182,52	0,002	0,560	0,517	0,0214	0,129	0,91	192,10	0,950	0,79	1,13	1,03	SI	
	14	B14-B15	S14	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00												
			S10+S11+S12+S13+S14	26,7		7425	0,74	0,2282	228,16	0,002	0,630	0,582	0,0241	0,145	0,99	262,92	0,868	0,73	1,12	1,11	SI	
15	B15-B16	S15	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S10+S11+S12+S13+S14+S15	2,7		8910	0,89	0,2738	273,79	0,002	0,710	0,656	0,0272	0,164	1,07	361,53	0,757	0,66	1,10	1,18	SI		
16	B16-B17	S16	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S10+S11+S12+S13+S14+S15+S16	27,3		10395	1,04	0,3194	319,42	0,002	0,710	0,656	0,0272	0,164	1,07	361,53	0,884	0,74	1,12	1,20	SI		
17	B17-B18	S17	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S10+S11+S12+S13+S14+S15+S16+S17	2,7		11880	1,19	0,3650	365,05	0,002	0,800	0,739	0,0306	0,185	1,16	497,17	0,734	0,64	1,07	1,24	SI		
18	B18-B	S18	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63	0,00													
		S10+S11+S12+S13+S14+S15+S16+S17+S18	14,7		13300	1,33	0,4087	408,68	0,002	0,800	0,739	0,0306	0,185	1,16	497,17	0,822	0,69	1,10	1,28	SI		
B		S _{TOT}	2,4		13300	1,33	0,4087	408,68	0,005	0,500	0,462	0,0191	0,115	1,34	224,53	0,910	0,77	1,13	1,52	SI		
									0,005	0,500	0,462	0,0191	0,115	1,34	224,53	0,910	0,77	1,13	1,52	SI		
19	C19-C	S19	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63	0,00													
			0																			
	27	C27-C26	S27	100	15,5	1550	0,16	0,0476	47,63	0,00												
				25,25						0,002	0,355	0,328	0,0136	0,082	0,68	56,94	0,837	0,70	1,12	0,76	SI	
	26	C26-C25	S26	100	15,45	1545	0,15	0,0475	47,47	0,00												
			S27+S26	2,7		3095	0,31	0,0951	95,10	0,002	0,450	0,416	0,0172	0,104	0,79	107,21	0,887	0,73	1,12	0,89	SI	
	25	C25-C24	S25	100	16,5	1650	0,17	0,0507	50,70	0,00												
			S27+S26+S25	20,1		4745	0,47	0,1458	145,80	0,002	0,560	0,517	0,0214	0,129	0,91	192,10	0,759	0,65	1,10	1,01	SI	
	24	C24-C23	S24	100	16,5	1650	0,17	0,0507	50,70	0,00												
			S27+S26+S25+S24	26,7		6395	0,64	0,1965	196,51	0,002	0,630	0,582	0,0241	0,145	0,99	262,92	0,747	0,65	1,07	1,06	SI	
23	C23-C22	S23	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S27+S26+S25+S24+S23	2,7		7880	0,79	0,2421	242,14	0,002	0,630	0,582	0,0241	0,145	0,99	262,92	0,921	0,77	1,13	1,12	SI		
22	C22-C21	S22	100	14,85	1485	0,15	0,0456	45,63	0,00													
		S27+S26+S25+S24+S23+S22	27		9365	0,94	0,2878	287,77	0,002	0,710	0,656	0,0272	0,164	1,07	361,53	0,796	0,68	1,10	1,18	SI		
21	C21-C20	S21	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63	0,00													
		S27+S26+S25+S24+S23+S22+S21	2,7		10785	1,08	0,3314	331,40	0,002	0,710	0,656	0,0272	0,164	1,07	361,53	0,917	0,77	1,13	1,21	SI		
20	C20-C	S20	100	14,2	1420	0,14	0,0436	43,63	0,00													
		S27+S26+S25+S24+S23+S22+S21+S20	15,35		12205	1,22	0,3750	375,03	0,002	0,800	0,739	0,0306	0,185	1,16	497,17	0,754	0,66	1,10	1,28	SI		
C		S _{TOT}	2,4		13625	1,36	0,4187	418,67	0,005	0,500	0,462	0,0191	0,115	1,34	224,53	0,932	0,77	1,13	1,52	SI		
									0,005	0,500	0,462	0,0191	0,115	1,34	224,53	0,932	0,77	1,13	1,52	SI		
SOMMA PORTATE AI TRE IMPIANTI									1,23	1226,6599												