



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Meridionale

Bari, Brindisi, Manfredonia, Barletta, Monopoli

# Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale



## PORTO DI BRINDISI

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA Banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di Capo Bianco (ex British Gas)

R.U.P. Dott.Ing. Francesco Di Leverano	Progettazione Coordinatore di progetto Dott.Ing. Francesco Di Leverano	Consulenza specialistica	
	Ing. Cristian Casilli Geom. Davide Boasso	 Ing. Renato Marconi Ing. Barbara Doronzo Arch. Vittoria Biego	Dott. Archeologo Gianpaolo Colucci Geol. Tommaso Elia

Titolo elaborato		Elaborato
RELAZIONE IDRAULICA E DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE IMPIANTO DRENAGGIO ACQUE METEORICHE		A.2281.21   FTE   R <b>RI</b>
		Scala -

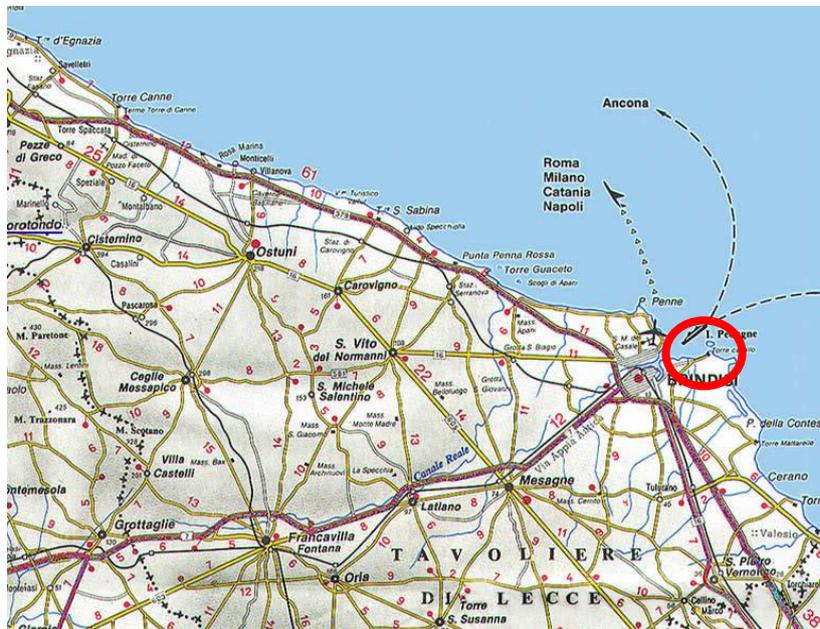
Data	Preparato	Controllato	Approvato
Giugno 2022	Per. Ind. Deris Ortali	Ing. Barbara Doronzo	Ing. Renato Marconi
Revisione	Data		

## **INDICE**

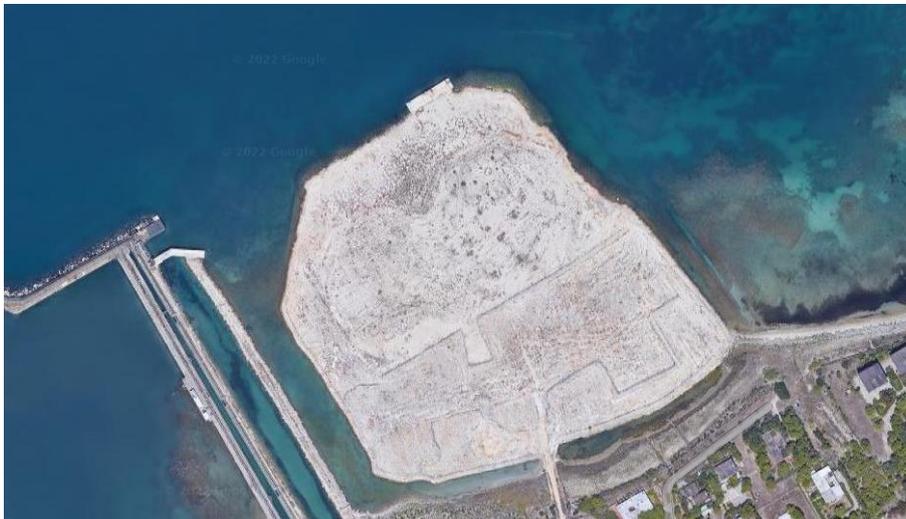
1. INTRODUZIONE .....	2
2. STUDIO IDROLOGICO.....	3
2.1 Curve di possibilità pluviometrica .....	5
2.2 Determinazione delle portate di pioggia.....	10
3. IMPIANTO DI DRENAGGIO.....	14
3.1 Definizione delle linee di drenaggio secondarie.....	15
3.2 Dimensionamento dei collettori principali.....	24
4. IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIOGGIA .....	26

## 1. INTRODUZIONE

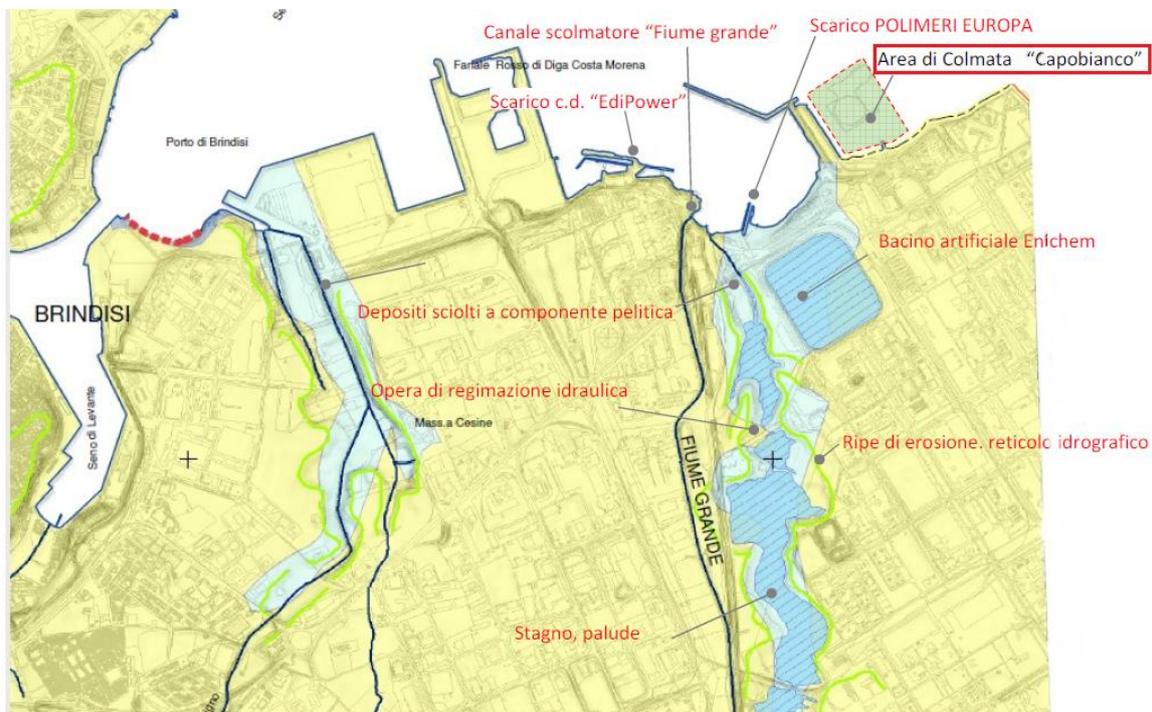
La presente relazione specialistica ha come oggetto l'analisi idraulica finalizzata alle condizioni di smaltimento delle acque meteoriche a seguito della realizzazione del Banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di Capo Bianco (ex British Gas) del Porto di Brindisi. In particolare, verranno descritte le scelte progettuali adottate per il sistema fognario a servizio dei nuovi piazzali che verranno a formarsi.



*Inquadramento dell'area*



Così come in evidenza nella successiva carta idrogeomorfologica, l'area oggetto di intervento non è interessata da canali o corsi d'acqua defluenti che interferiscono con l'opera di colmata di "Capobianco": il reticolo idrografico più prossimo all'area di intervento - "Fiume Grande" - è infatti localizzato ad ovest della colmata, nettamente separato da quest'ultima dal molo foraneo "Enichem-Versalis".



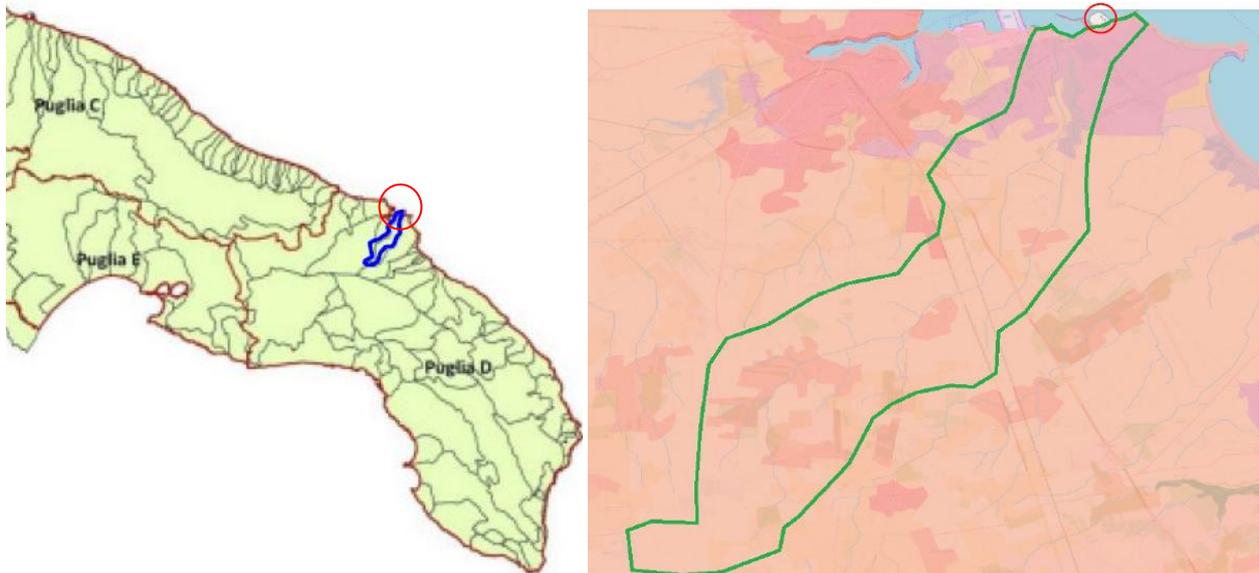
*Carta idrogeomorfologica*

Sostanzialmente il rilevato di "Capobianco" non presenta perciò contributi e/o interferenze idrauliche, non essendoci foci a mare di canali, corsi d'acqua o scarichi idrici nell'area su cui ha sedime la colmata di progetto. Lo studio idraulico oggetto di trattazione è quindi finalizzato esclusivamente allo studio della regimentazione delle acque meteoriche.

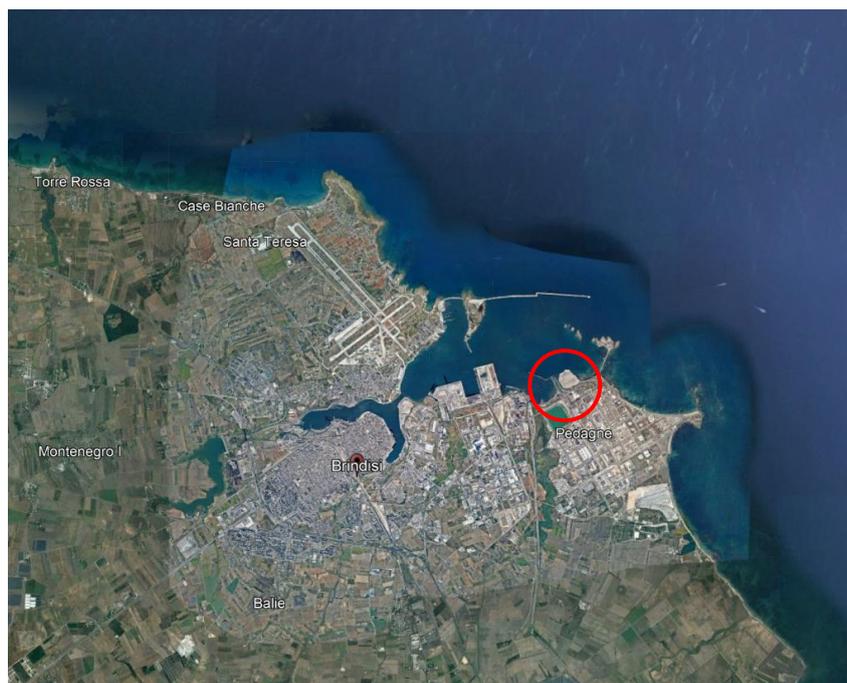
## 2. STUDIO IDROLOGICO

La progettazione e il dimensionamento della rete fognaria di regimentazione delle acque meteoriche, a servizio di un'area così vasta, richiede la conoscenza preliminare delle curve di possibilità pluviometrica caratterizzanti tale area di interesse. Di seguito quindi la definizione delle curve di possibilità pluviometrica in funzione di assegnati tempi di ritorno, per l'area comprendete l'intervento di progetto.

Lo studio idrologico è stato effettuato dal Dott. Geol. Tommaso Elia ed è stato svolto in riferimento alla destinazione d'uso dell'area di intervento, alle sue caratteristiche strutturali, morfologiche, di collocazione nello spazio costiero, alle possibili interferenze con le aree a terra e, nello specifico al bacino afferente, denominato bacino idrografico di "Fiume Grande".



*Ubicazione bacino idrografico di "Fiume grande" - Estensione del bacino 32,39 km<sup>2</sup>*



La caratterizzazione pluviometrica del territorio in esame è stata eseguita in base ai valori di precipitazione ottenuti secondo il metodo di calcolo derivato da procedure di regionalizzazione VAPI (Valutazione delle Piene) di seguito esposto (estratto della relazione idrologica redatta dal Dott. Geol. Tommaso Elia).

## **2.1 Curve di possibilità pluviometrica**

La valutazione della massima precipitazione al variare del tempo di ritorno è stata svolta con riferimento alla metodologia proposta dal Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi "Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale".

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione di probabilità TCEV (Two Component Extreme Value) con regionalizzazione di tipo gerarchico. La scelta di una distribuzione a due componenti si basa sull'ipotesi che i massimi annuali delle piogge intense di breve durata provengano da due diverse categorie di fenomeni: quelli che generano gli eventi ordinari, cui compete la maggior parte dei massimi annuali, e quelli che generano eventi eccezionali, ovvero eventi molto più rari ma al contempo caratterizzati da una significativa intensità.

Per l'ottenimento di una stima il più possibile corretta delle portate idrologiche si può ricorrere alla regionalizzazione, così da definire i parametri della distribuzione TCEV sulla base delle osservazioni registrate da tutte le stazioni pluviometriche presenti in una specifica regione omogenea: sarà quindi possibile tenere in considerazione sia degli eventi ordinari, di cui tipicamente si ha un ampio numero di registrazioni a disposizione, sia degli eventi straordinari, per i quali si ha una minore quantità di dati in quanto eventi caratterizzati da una maggiore rarità di accadimento.

Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate.

L'utilizzo della distribuzione TCEV ha consentito di ricostruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione. Al primo livello di regionalizzazione vengono individuate le macro-regioni omogenee in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, mentre al secondo livello di regionalizzazione vengono individuate le sottoregioni in cui risulta costante anche il coefficiente di variazione.

Il valore  $P_{d,T}$  del massimo annuale di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una prefissata durata, viene espresso come prodotto tra il suo valore medio  $X_T$  ed una quantità  $K_T$ , detta fattore probabilistico di crescita. Quest'ultima grandezza, funzione del tempo di ritorno, viene definita quindi mediante il seguente rapporto:

$$K_T = P_{d,T} / X_T$$

La curva di distribuzione di probabilità definita dal precedente rapporto rappresenta la curva di crescita: essa ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione omogenea nella quale sono costanti i parametri della distribuzione TCEV in funzione del coefficiente di asimmetria e del coefficiente di variazione (primo e secondo livello di regionalizzazione).

Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno ed il fattore di crescita, ritenendo trascurabile la sua variabilità con la durata.

Con il terzo livello di regionalizzazione viene infine analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione delle serie storiche, in relazione a fattori locali; in particolare si ricercano eventuali legami esistenti tra i valori medi dei massimi annuali delle piogge di diversa durata ed i parametri geografici significativi (ad esempio la quota sul livello del mare) delle diverse località, consentendo in definitiva di proporre la stima dei valori medi dei massimi annuali di precipitazione anche in siti sprovvisti di stazioni di misura o con serie storiche di lunghezza ridotta.

Con riferimento alla statistica idrologica classica la sollecitazione meteorica, la quale dà origine al deflusso superficiale, viene definita a partire dalle curve di possibilità pluviometrica che mettono in relazione l'altezza di pioggia con la durata dell'evento meteorico per un assegnato valore del tempo di ritorno. Le curve di possibilità pluviometrica vengono descritte tipicamente attraverso un'equazione di tipo monomio a due parametri  $a$  ed  $n$ , i quali risultano sito-specifici e funzione del tempo di ritorno.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia a quanto sopra, per ogni sito è quindi possibile legare il valore medio  $X_T$  dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata  $t$  alle durate stesse, attraverso la relazione:

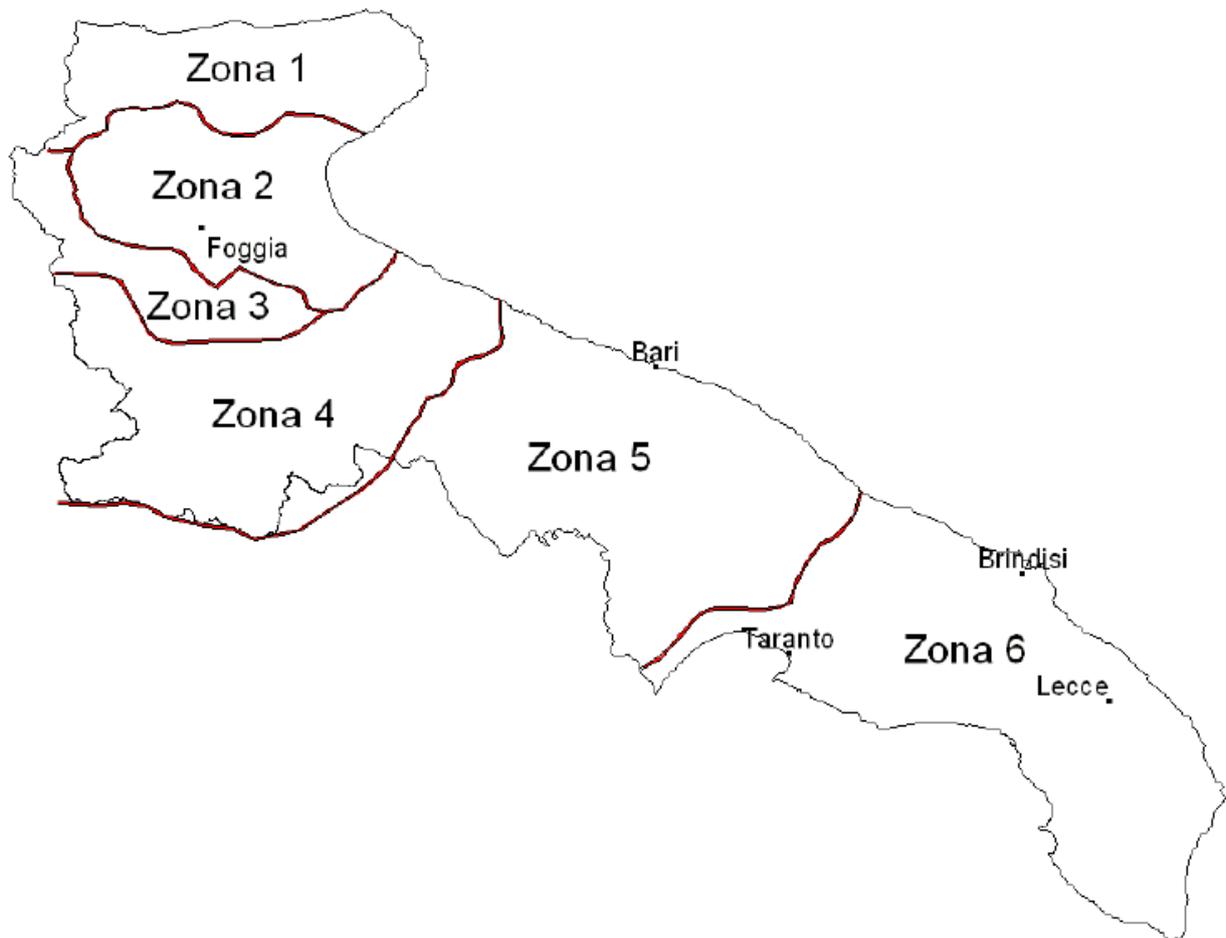
$$X_T = a t^n$$

essendo  $a$  ed  $n$  i parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica, variabili da sito a sito.

Il territorio di competenza della regione Puglia è stato perciò suddiviso, mediante la regionalizzazione, in 6 (sei) aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la curva di possibilità pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

- Zona 1:  $X(t,z) = 28,66 t^{(0,000503 z + 0,720 / 3,178)}$
- Zona 2:  $X(t,z) = 22,23 t^{(0,247)}$
- Zona 3:  $X(t,z) = 25,325 t^{(0,696 + 0,000531 z) / 3,178}$
- Zona 4:  $X(t,z) = 24,70 t^{(0,256)}$
- Zona 5:  $X(t,z) = 28,20 t^{(0,628 + 0,0002 z) / 3,178}$
- Zona 6:  $X(t,z) = 33,70 t^{(0,488 + 0,0022 z) / 3,178}$

con t la durata della precipitazione e z la quota media del sito.



*Zone omogenee, 3° livello di regionalizzazione*

Come detto precedentemente, il valore  $P_{d,T}$  del massimo annuale di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una prefissata durata è pari al prodotto tra il suo valore medio  $X_T$  ed il fattore di crescita  $K_T$ .

Noto il valore di  $X_T$  è possibile ricavare il valore della pioggia massima per un prefissato tempo di ritorno una volta noto anche il fattore probabilistico di crescita  $K_T$ . Per la valutazione del fattore di crescita si è utilizzata la seguente relazione:

$$K_T = a + b \ln T$$

con  $a$  e  $b$  parametri sito-specifici; per la zona Puglia centro - meridionale (zona 5 e 6 di regionalizzazione) i parametri  $a$  ed  $b$  assumono i valori di seguito riportati:

Zona omogenea	a	b
Puglia centro - meridionale	0.1599	0.5166

Nella tabella di seguito allegata sono riportati i valori del fattore di crescita  $K_T$ , stimati con riferimento ai tempi di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale, unitamente ad eventi più intensi; si sottolinea che solo per  $T_r = 10$  anni è stato ricavato il fattore di crescita per interpolazione, necessario per la stima delle portate di picco relative ad eventi decennali.

Fattore di crescita $K_T$	
T 5 anni	1.25
T 10 anni	1.53
T 20 anni	1.81
T 30 anni	1.92
T 200 anni	2.90
T 500 anni	3.37

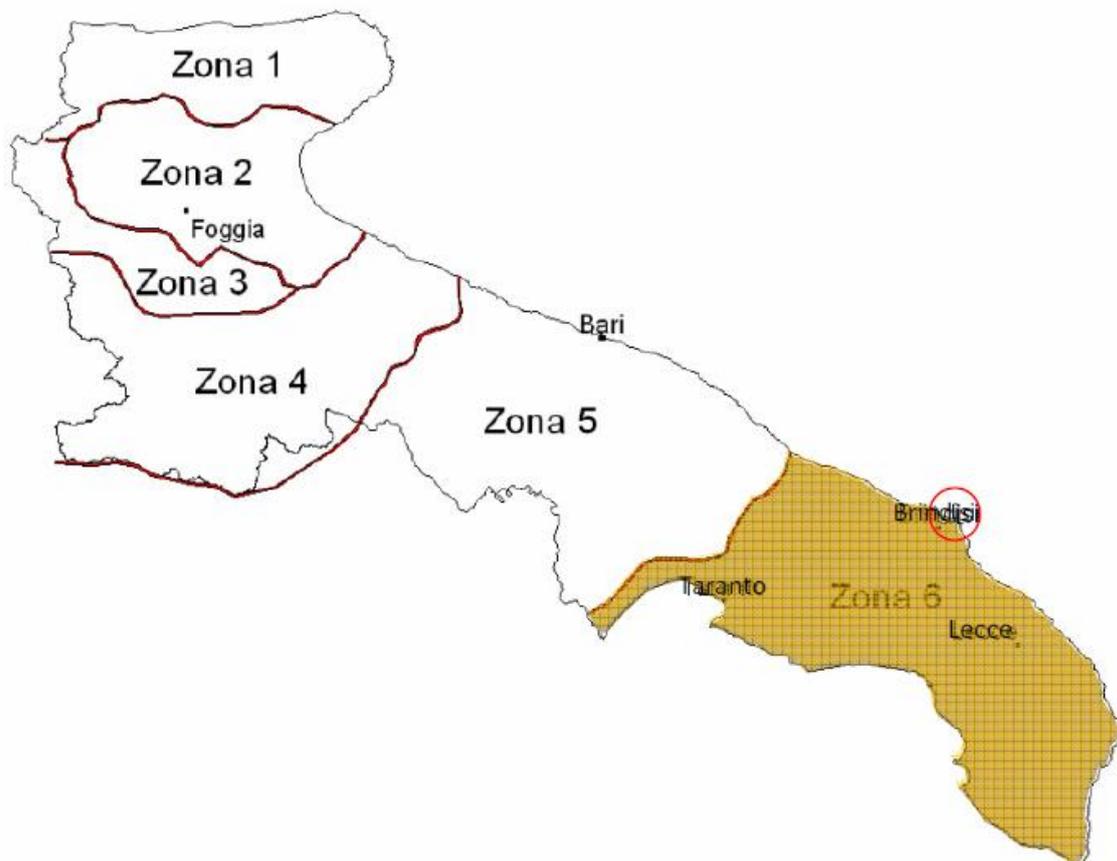
Con riferimento alle 6 zone omogenee con le quali è stata suddivisa la regione Puglia, ricavate mediante l'applicazione del metodo di regionalizzazione, dalla figura sopra allegata riportante le 6 aree pluviometriche omogenee è facile desumere come l'area di intervento ricada all'interno della zona 6. Conseguentemente l'equazione da applicare per la definizione della curva di possibilità pluviometrica è la seguente:

$$\text{Zona 6: } X(t,z) = 33,70 t^{(0,488 + 0,0022 z) / 3,178}$$

con t la durata della precipitazione e z la quota media del sito.

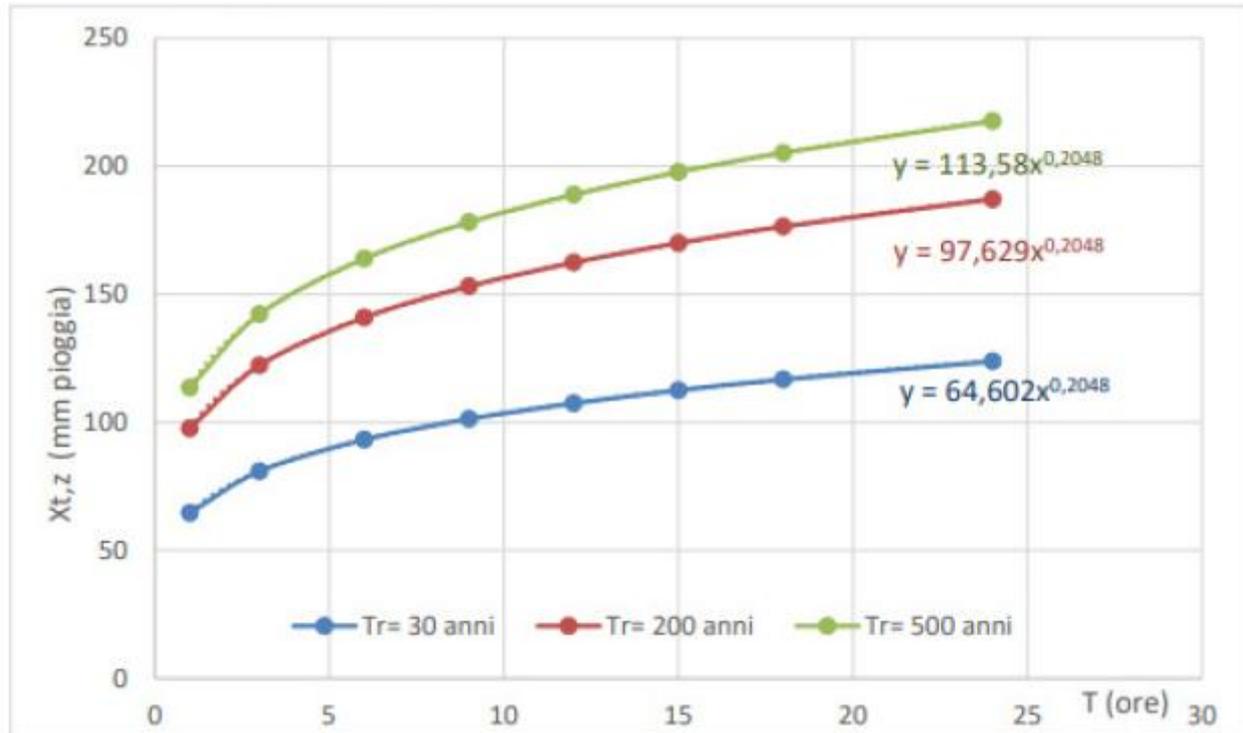
Considerando il caso specifico oggetto di trattazione, la quota media del sito z (bacino idrografico del Fiume Grande) risulta pari a 34.10 m circa, pertanto l'equazione sopra può essere riscritta nel modo seguente:

$$\text{Zona 6: } X(t,z) = 33,70 t^{0.178}$$



*Zone omogenee, 3° livello di regionalizzazione – l'area di intervento compresa in zona 6*

Si riportano di seguito le rappresentazioni grafiche delle curve di possibilità pluviometrica e le loro equazioni in funzione del tempo di pioggia, con riferimento ad eventi meteorici caratterizzati da tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.



Curve di possibilità pluviometrica per Tr 30, 200 e 500 anni

## 2.2 Determinazione delle portate di pioggia

Definita l'equazione rappresentativa della curva di possibilità pluviometrica caratteristica della zona in cui ricade l'area di intervento (zona 6 di regionalizzazione) e stimati i valori del fattore di crescita in funzione del tempo di ritorno, risulta possibile stimare la portata di picco  $Q_{max}$  defluente dal bacino di riferimento. Tale portata verrà poi impiegata per il dimensionamento della rete fognaria bianca di progetto a servizio dell'area di intervento e verificare la risposta in termini idraulici della rete stessa in concomitanza di eventi meteorici caratterizzati da una durata  $t$  e da un tempo di ritorno  $T$ .

Per la valutazione delle portate pluviali massime defluenti da un bacino si fa riferimento al metodo di calcolo cinematico, secondo il quale la portata massima è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino stesso.

In questo metodo semplificato si assume il concetto che le gocce di pioggia cadute nello stesso istante in punti differenti del bacino impiegano tempi diversi per raggiungere la sezione di chiusura; tali tempi sono funzione della geometria dei canali e delle superfici scolanti: vengono quindi trascurati i fenomeni di moto vario.

**AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR ADRIATICO MERIDIONALE**  
**BARI, BRINDISI, MANFREDONIA, BARLETTA, MONOPOLI**  
**Porto di Brindisi**  
**Banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di Capo Bianco (ex British Gas)**  
**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

---

La portata di picco defluente dal bacino in concomitanza di eventi meteorici caratterizzati da tempo di ritorno  $T$  e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  viene stimata mediante la seguente formula:

$$Q_{\max} = \varphi i(T, t_c) A$$

con  $\varphi$  il coefficiente di afflusso del bacino,  $i(T, t_c)$  l'intensità di pioggia in funzione del tempo di ritorno  $T$  e della durata dell'evento meteorico, assunta pari al tempo di corrivazione del bacino  $t_c$ , e  $A$  la superficie del bacino scolante.

In primo luogo è necessario fissare il coefficiente di afflusso del bacino, il quale rappresenta la quota parte di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale e raggiunge la rete fognaria; tale parametro è funzione delle caratteristiche di permeabilità del bacino di riferimento.

Sulla base dei valori presenti in letteratura, per il caso in esame è stato assunto cautelativamente un valore del coefficiente di afflusso pari a 0.80.

In letteratura vengono infatti forniti valori tipici del coefficiente di afflusso pari a 0.8-0.9 per superfici impermeabili e 0.1-0.2 per superfici permeabili; il valore scelto di 0.8 ipotizza perciò cautelativamente che la totalità del bacino afferente alla rete fognaria sia costituito da superfici impermeabili, tenendo d'altro canto in considerazione anche le modeste pendenze trasversali delle falde tributarie di ogni tratta fognaria di raccolta che determinano tempi di accesso maggiori e la formazione di una lama d'acqua più consistente sulle superfici interessate.

Come già precedentemente anticipato, secondo la teoria del metodo cinematico la portata massima defluente da un bacino è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione del bacino stesso. Un secondo parametro da definire è quindi il tempo di corrivazione, ovvero il tempo impiegato dalla goccia d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura: rappresenta perciò il tempo necessario affinché il bacino sia integralmente contribuente.

Il tempo di corrivazione è dato dalla somma di due contributi, di cui il primo è il tempo di accesso, ovvero il tempo impiegato dalla goccia d'acqua a raggiungere i collettori fognari, mentre il secondo è

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

rappresentato dal tempo di rete, cioè il tempo di percorrenza all'interno dei collettori fognari fino ad arrivare alla sezione di chiusura della tratta stessa.

In funzione dell'estensione areale del bacino, tipicamente il tempo di accesso assume valori compresi tra 5 e 15 minuti; il tempo di rete viene invece stimato mediante il rapporto tra la lunghezza dell'asta fognaria principale e la velocità all'interno della rete fognaria.

Considerando un tempo di accesso pari a 15 minuti circa e un tempo di rete pari a circa 5 minuti – velocità media all'interno della rete fognaria ipotizzata pari a circa 0,8-1 m/s –, il tempo di corrivazione assume un valore nell'ordine di 20 minuti.

Una volta fissati i parametri sopra illustrati è possibile calcolare l'altezza di pioggia  $h_c$  e l'intensità di pioggia  $i_c$ , ovvero stimate con un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, e successivamente la portata di picco  $Q_{max}$  con l'applicazione del metodo cinematico.

In particolare l'altezza di pioggia, e conseguentemente l'intensità di pioggia, vengono calcolate a partire dall'equazione, precedentemente descritta e di seguito riportata per completezza, rappresentativa della curva di possibilità pluviometrica della zona 6 di regionalizzazione nella quale ricade l'area di intervento:

$$\text{Zona 6: } X(t,z) = 33,70 t^{0.178}$$

L'altezza di pioggia critica  $h_c$  è quindi pari al prodotto tra  $X_T$  e il fattore di crescita  $K_T$ , per un assegnato tempo di ritorno  $T$  e durata dell'evento meteorico pari al tempo di corrivazione  $t_c$ .

Con riferimento ai tempi di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale, nella tabella di seguito allegata sono riassunte le altezze di pioggia e le relative intensità di pioggia critiche che verranno successivamente impiegate per la stima delle portate di picco.

Tr (anni)	$h_c$ (mm)	$i_c$ (mm/ora)
5	34.64	103.93
10	42.40	127.21
20	50.16	150.49
30	53.21	159.63

La portata meteorica massima defluente dal bacino di riferimento relativa ad un evento meteorico con tempo di ritorno  $T$  e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$ , ovvero la portata di afflusso alla rete

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

fognaria di progetto impiegata per il dimensionamento della stessa, si stima attraverso l'applicazione della formula del metodo cinematico già precedentemente anticipata:

$$Q_{max} = \varphi i(T, t_c) A$$

Prendendo in considerazione come bacino idrografico afferente alla rete fognaria un'area "standard" di estensione pari ad 1 ha (10000 mq), nella tabella di seguito allegata sono riassunte le portate massime di deflusso superficiale generate dal bacino di riferimento in concomitanza di eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno T e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$ , coincidente quindi con il coefficiente udometrico (i.e. portata unitaria per ettaro); come già visto, per il caso in esame il coefficiente di afflusso associato al bacino assume valore pari a 0.8, mentre il tempo di corrivazione risulta pari a 20 minuti.

Area (mq)	Area (ha)	coeff afflusso (-)	t corr (min)
10000	1.00	0.80	20

*Bacino caratteristico 1 Ha*

Tr (anni)	$h_c$ (mm)	$i_c$ (mm/ora)	Q (l/ora)	Q (l/s)	U (l/s*ha)
5	34.64	103.93	831426	231.0	231
10	42.40	127.21	1017665	282.7	283
20	50.16	150.49	1203905	334.4	334
30	53.21	159.63	1277070	354.7	355

*Portata di pioggia*

Per quanto attiene le portate di pioggia assunte alla base del dimensionamento dei trattamenti delle acque di prima e seconda pioggia, con riferimento all'art. 9 (comma 1) del Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.), si è assunta la pioggia caratteristica con tempo di ritorno cinquennale, ovvero 231 l/s\*Ha circa.

Per quanto attiene le portate di pioggia assunte alla base del dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche si è assunta, così come avviene per piazzali di banchine marittime, la pioggia caratteristica con tempo di ritorno decennale, ovvero  $283 \text{ l/s*Ha}$  circa, arrotondato – cautelativamente - per eccesso a  $290 \text{ l/s*Ha}$ .

### 3. IMPIANTO DI DRENAGGIO

Complessivamente l'area di intervento ha una superficie di 14,22 Ha e, al fine di non eccedere nei sistemi di raccolta, è stata suddivisa in 14 sottobacini ognuno aventi superficie di circa 1 Ha.



Il piazzale ha quota di + 3,50 m s.l.m.; al fine di facilitare il convogliamento delle acque di pioggia verso le caditoie lineari sono state definite delle linee di colmo parallele alla banchina di riva con quota +3,50

m s.l.m.e delle linee di impluvio di + 3,25 m s.l.m. a moduli di 25 m così da ottenere una pendenza dell'1%.

### 3.1 Definizione delle linee di drenaggio secondarie

La rete di drenaggio prevede uno schema a pettine con collettore principale lato mare; il piazzale, al fine di evitare delle quote di posa delle tubazioni troppo profonde e per limitare la dimensione dei collettori, è stato suddiviso, sull'asse centrale, in due metà sostanzialmente equivalenti; per maggiori informazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Il progetto prevede l'utilizzo di un sistema di drenaggio con griglia a feritoia continua con canale direttamente sotteso. Si tratta di un canale monoblocco prefabbricato ad elevata capacità di accumulo, formato da un corpo canale in polipropilene ad elevate prestazioni, con coni di ingresso acqua in poliammide (PA), fissati al corpo del canale tramite viti di fissaggio, con griglia a fessura in ghisa sferoidale EN GJS 500-7, con rivestimento anticorrosivo adatto per ambienti salini



*Tipica installazione per carichi pesanti (>900 kN)*

La proposta prevede quindi l'utilizzo delle moderne griglie ad elevata capacità di drenaggio e ritenzione adatte per le aree con classe di carico fino alla classe F900 (aeroporti, aree portuali, piazzali per container, ecc.). Il sistema di drenaggio proposto è quindi adatto per applicazioni estreme: elevata

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

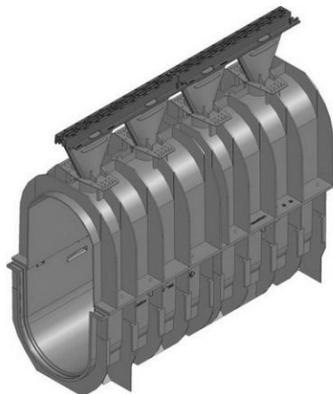
capacità idraulica, resistenza a carichi pesanti (>900 kN), sistema ottimizzato per aree molto vaste quali quelle oggetto di intervento.

I principali vantaggi che hanno determinato la scelta vengono di seguito elencati:

- ✓ Prodotto ecosostenibile realizzato in polipropilene riciclato al 100 % conforme CAM;
- ✓ Facilità di movimentazione per il peso esiguo delle componenti: ciò consente il rispetto delle norme antinfortunistiche;



- ✓ Facilità di connessione, del tipo ad incastro maschio-femmina;
- ✓ Il sistema prevede un solo elemento da posare, in quanto la condotta e la griglia si trovano in un unico elemento preassemblato;
- ✓ Conformazione ad U che garantisce una migliore pulizia del canale;



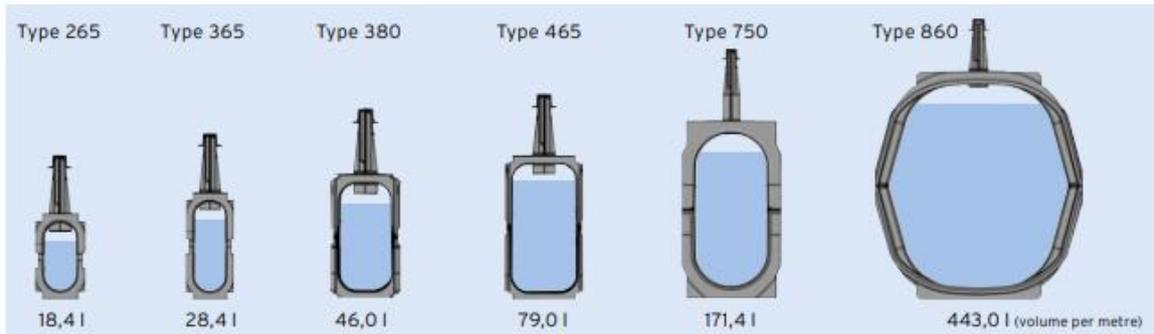
- ✓ Grande volume di ritenzione, fino a 443 l/m;

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR ADRIATICO MERIDIONALE  
BARI, BRINDISI, MANFREDONIA, BARLETTA, MONOPOLI

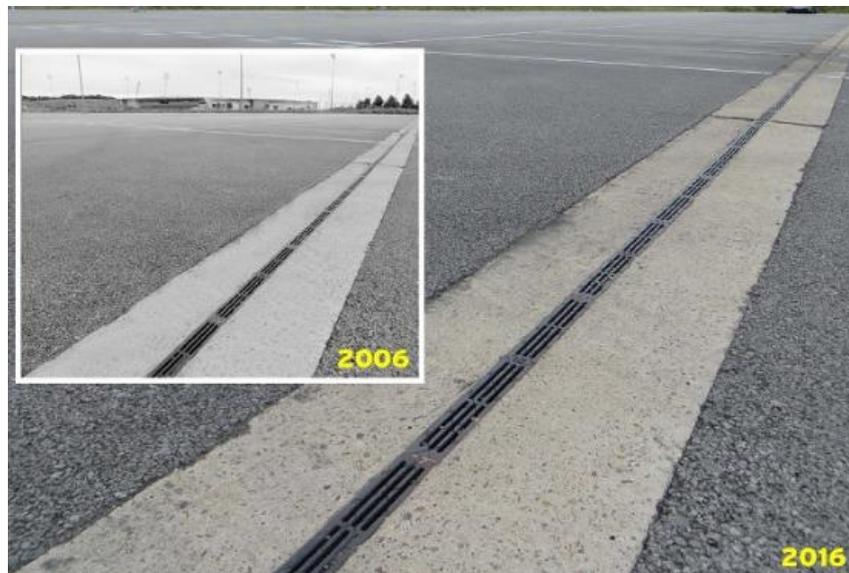
Porto di Brindisi

Banchinamento e recupero funzionale dei piazzali della colmata di Capo Bianco (ex British Gas)

Progetto di fattibilità tecnica ed economica



- ✓ Elevata durabilità;

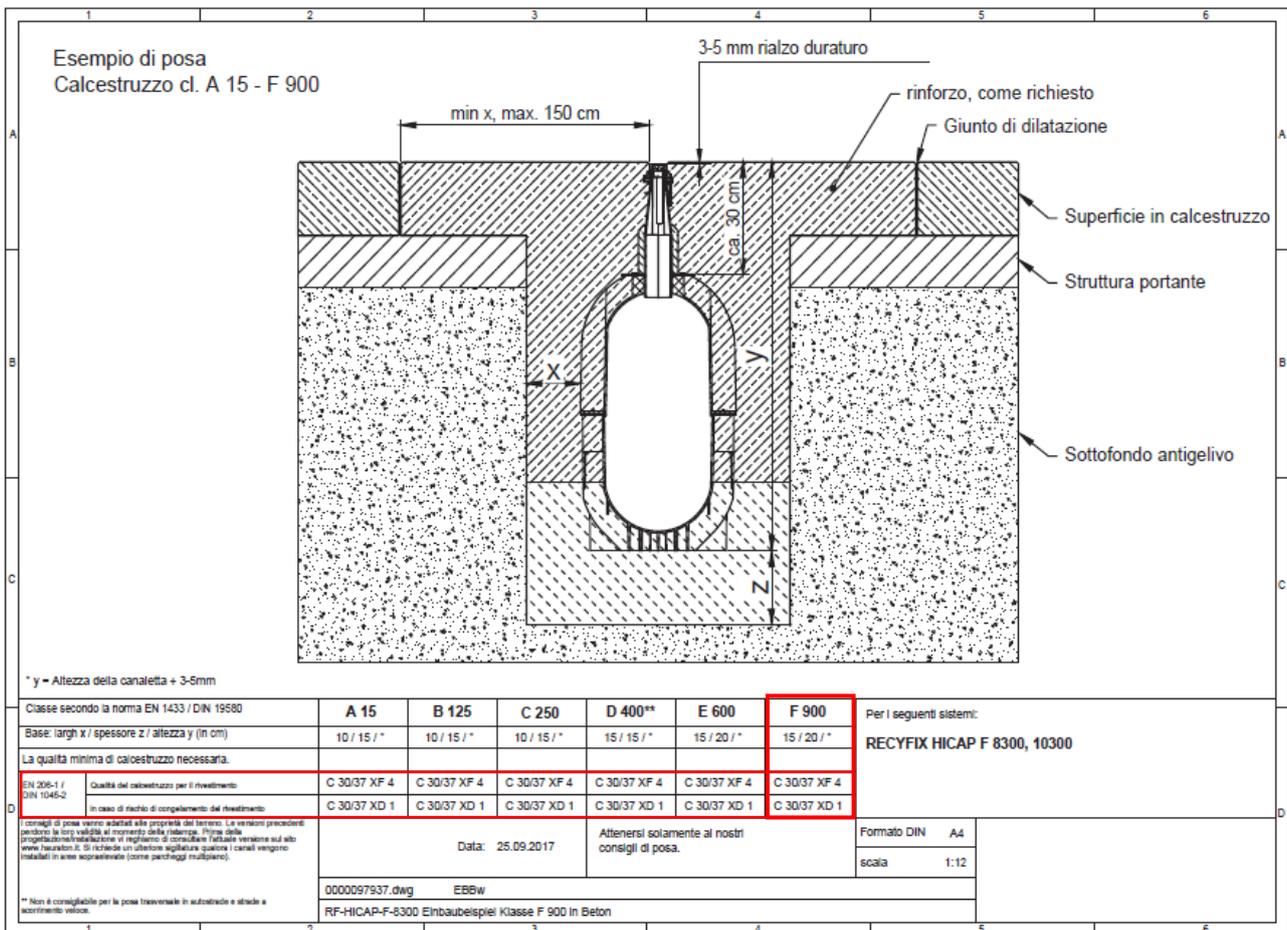


- ✓ Elevata resistenza anche ai carichi puntuali;





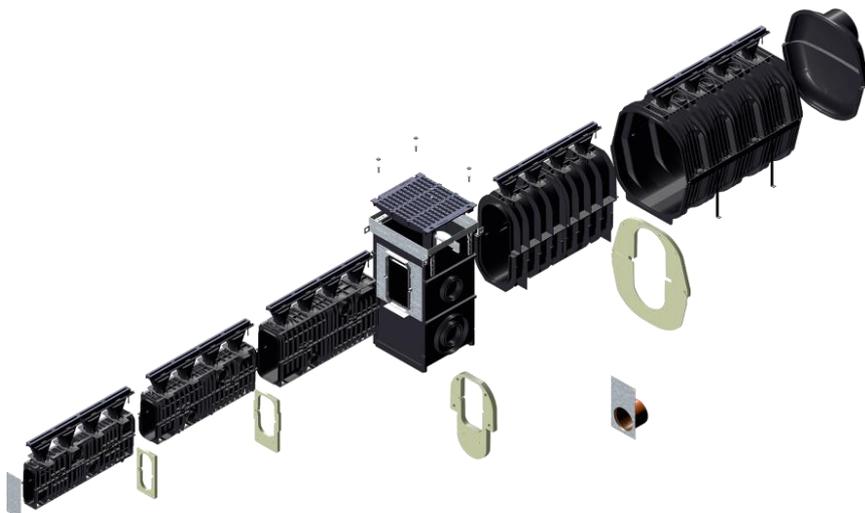
- ✓ Resistenza in presenza di falda. La modalità di posa per classe di carico F900 prevede infatti un rinfianco con calcestruzzo C 30/37 XF 4 con spessori e dimensioni tali che, oltre a garantire la resistenza meccanica richiesta della classe F900, garantisce anche la massa necessaria atta ad evitare fenomeni di galleggiamento del canale;



- ✓ Possibilità di attraversamento con altri impianti;



- ✓ Elevata modularità che consente di dimensionare il canale in modo proporzionale alle necessità idrauliche. Pozzetti di testata ed intermedi da prevedersi per le operazioni di ispezione e pulizia del canale;



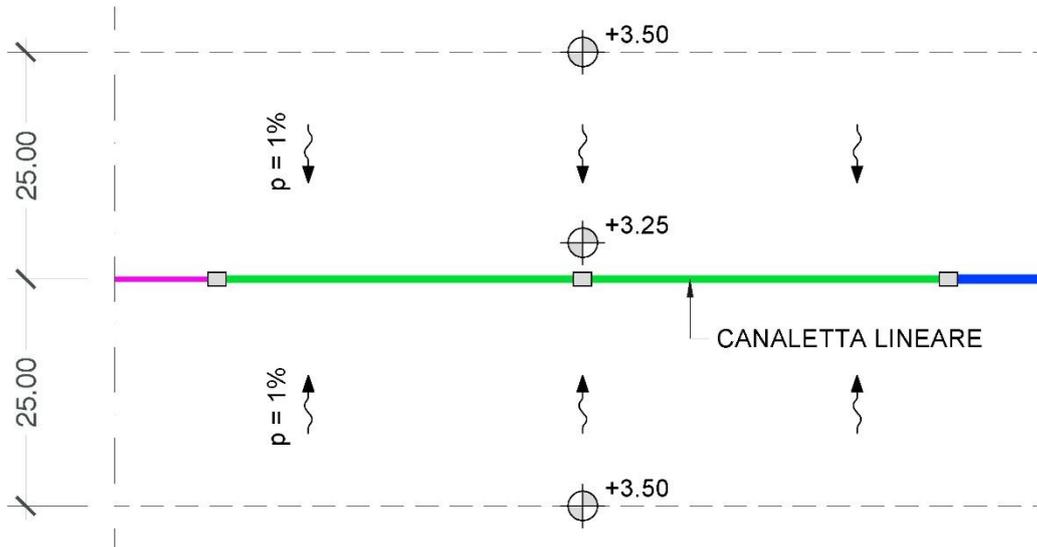
- ✓ Facilità di installazione anche in assenza di trincea;



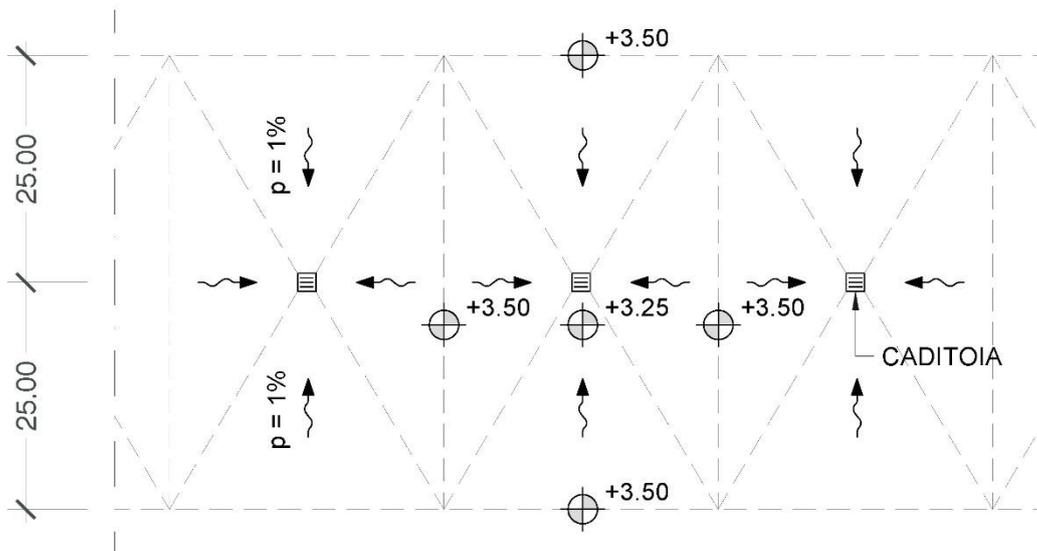


- ✓ Facilità nell'esecuzione delle pendenze. La proposta prevede di dividere il piazzale in moduli da 50 m (25+25 m) con impluvio al centro; questa soluzione consente una facile gestione delle pendenze e conseguentemente una facilità di posa degli strati stradali. Il più tradizionale sistema con caditoia risulta invece più complicato e di difficile esecuzione anche considerando le minime pendenze dei piazzali (1%). Di tale miglioramento si beneficerà anche in futuro, quando vi sarà la necessità di rifacimento delle pavimentazioni.

- SISTEMA A GRIGLIA CONTINUA -



- SISTEMA A CADITOIA -



Verifica idraulica

Per quanto attiene le portate di pioggia assunte alla base del dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche si è assunta la pioggia caratteristica con tempo di ritorno decennale, ovvero 283 l/s\*Ha circa, arrotondato per eccesso a 290 l/s\*Ha.

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

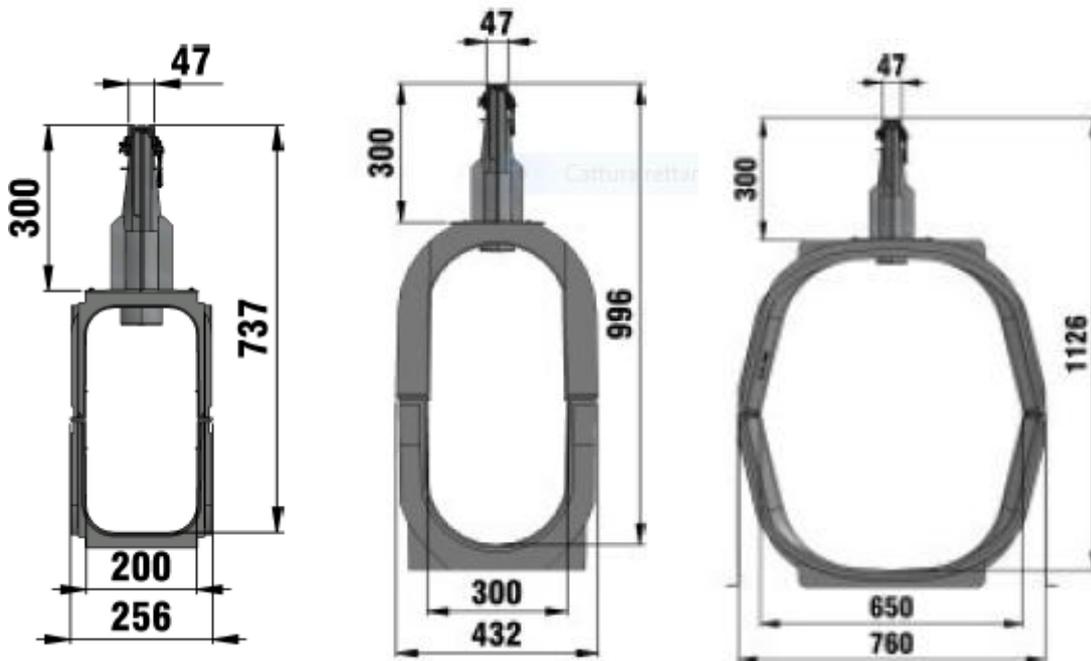
La griglia lineare da 28 mm consente di recapitare al sottostante canale delle portate di circa 4 l/s per metro lineare.

Quindi è possibile conferire ad un metro di griglia circa 138 m<sup>2</sup>/m (4 l/s diviso 0,0290 l/s\* m<sup>2</sup>) ben di più delle superfici che vengono previste con il modulo progettato da 50 m<sup>2</sup>/m, ciò a vantaggio degli eventi meteorici ben oltre la valutazione decennale di progetto.

Il calcolo idraulico esamina un settore tipico costituito da una lunghezza di circa 180 m ed una larghezza di circa 50 m con griglia lineare al centro sul lato lungo; il canale è previsto posato con pendenza nulla.

La lunghezza del canale di ricevimento viene suddiviso in tre diverse sezioni:

- 1) 40 metri con Recyfix tipo 5300 F900
- 2) 80 metri con Recyfix tipo 8300 F 900
- 3) 60 metri con Recyfix tipo 10300 F 900



Di seguito il calcolo idraulico, il cui esito conferma la corretta scelta dimensionale.

**Analisi idraulica della capacità del canale**

<https://www.hauraton.it>

Progetto:	CRM32781 - Piazzale merci Capobianco
Luogo:	Brindisi
Progetto No.:	01_SDG_23052022

Specifica della linea:	Linea tipo
Sub-flusso:	180 metri

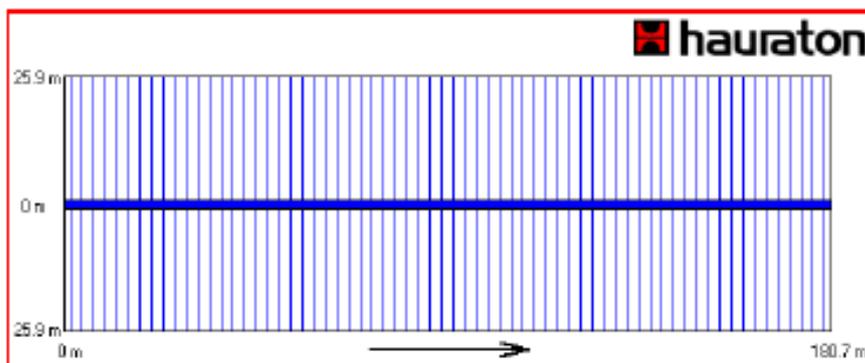
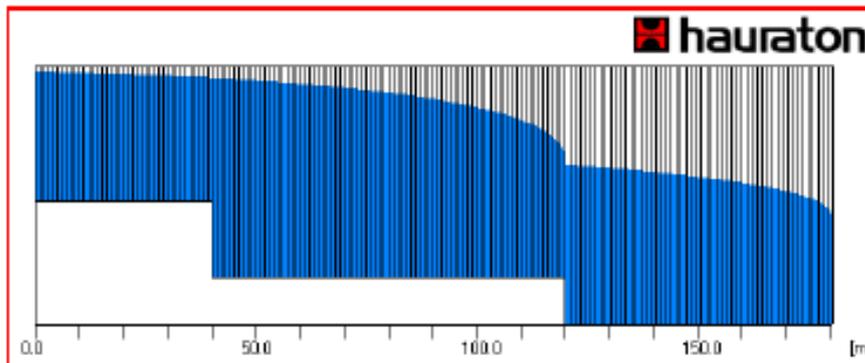
**Dati di input**

Sistema di drenaggio:	
Metodo di calcolo:	Calcolare con la larghezza interna del canale selezionata
Lunghezza del canale:	180.685 m
Superficie:	Concrete
Coefficiente di deflusso:	1
Intensità di pioggia:	290 l/(s*ha)
Area di drenaggio:	9360.2 m <sup>2</sup>
Pendenza della linea del canale:	0%
Tipo di collegamento con il corpo idrico recettore finale:	Free outflow

**Risultati**

Portata alla fine del canale:	271.45 l/s
Distanza minima tra il livello dell'acqua e la parte superiore del canale:	1.9 cm
Percentuale di riempimento del canale:	95.3 %
Velocità alla fine del canale:	1.606 m/s

**Livello dell'acqua**



### 3.2 Dimensionamento dei collettori principali

Ognuno dei due collettori è sotteso ad una superficie di 7,11 Ha, conseguentemente la portata di calcolo al manufatto di recapito è di  $2.061,9 \text{ l/s} \rightarrow 2,062 \text{ m}^3/\text{s}$ .

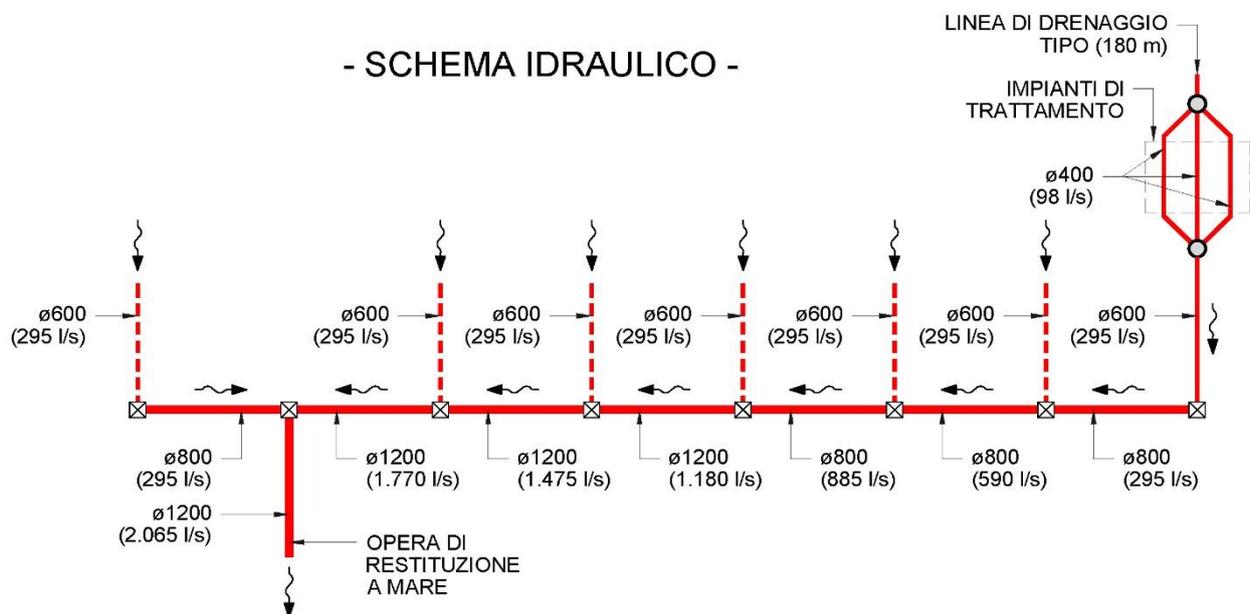
Ad ogni collettore vengono convogliate le acque sottese a 7 sottobacini; ognuno dei sottobacini recapita al collettore  $295 \text{ l/s}$ .

I collettori fognari utilizzati nel presente progetto hanno dimensioni crescenti al crescere dell'area contribuente; per quelli circolari si va da un diametro minimo  $\varnothing 400 \text{ mm}$  ad un massimo  $\varnothing 1.200 \text{ mm}$ .

I collettori fognari sono previsti prefabbricati in cemento, secondo norme UNI EN 1916-2004, con classe di resistenza di  $160 \text{ kN/m}^2$ .

Al fine di semplificare lo schema idraulico viene previsto un collettore idraulico suddiviso in due sezioni: la prima sezione, con diametro  $\varnothing 800 \text{ mm}$ , adeguato ad una portata di  $590 \text{ l/s}$  (due sottobacini); la seconda sezione, con diametro  $\varnothing 1.200 \text{ mm}$  adeguato ad una portata di  $1.770 \text{ l/s}$  (sei sottobacini).

In prossimità della diga di riva, prima dell'opera di restituzione al mare, si immette nel sistema il settimo sottobacino. La quota di scorrimento della tubazione terminale, allo sbocco in mare, è prevista posizionata al di sopra della quota di medio mare.



*Schema idraulico del sistema*

Al fine di dimostrare la sufficienza, se non la ridondanza, delle tubazioni previste si è calcolata la scala delle portate della tubazione, che è stata poi confrontata con la portata decennale assunta pari a 0,029 l/s per ogni m<sup>2</sup>.

Per il calcolo idraulico dei condotti a pelo libero si ammette che la portata in essi defluente si muova con moto uniforme. Questa ipotesi, pur non essendo mai esattamente conforme alle reali condizioni di movimento, viene normalmente accettata per la sua semplicità, anche in conformità delle enormi semplificazioni proprie dello schema di funzionamento idraulico ammesso per la teoria sulla quale poggiano i calcoli di dimensionamento.

La formula più comunemente usata è quella di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove Q è la portata in m<sup>3</sup>/s, A è l'area della sezione bagnata in m<sup>2</sup>,  $\chi$  è un coefficiente che tiene conto della scabrezza della condotta, R è il raggio idraulico in metri, i è la pendenza di fondo del condotto.

Per il calcolo del coefficiente  $\chi$  si è adottata l'espressione di Strickler:

$$\chi = K_s \times R^{1/6}$$

con  $K_s = 80$  nel caso di condotti in calcestruzzo.

Si sono inoltre di norma assunti valori del grado di riempimento non superiori a 80 % per consentire un più agevole deflusso delle acque nei condotti anche in presenza di onde od increspature della superficie liquida.

Conformemente alla Circ. Min. LL.PP. n.11633 (Pres. Cons. Sup. - Serv. Tecn. Centr.) del 7.1.1974: "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto", si sono adottate caratteristiche delle tubazioni (diametro, pendenza, materiale) tali da contenere, ove possibile, le velocità entro i valori consigliati in modo da impedire l'erosione della superficie interna delle tubazioni in occasione delle portate di punta.

I collettori fognari utilizzati nel presente progetto hanno dimensioni crescenti al crescere dell'area contribuente; per quelli circolari si va da un diametro minimo di 400 mm ad un massimo di 1200 mm.

Al fine di dimostrare la sufficienza, se non la ridondanza, delle tubazioni previste si è calcolata la scale delle portate della tubazioni, che è stata poi confrontata con la portata decennale al colmo massima assunta pari a 0,029 l/s per ogni m<sup>2</sup>

Considerando un riempimento massimo dell'80% delle tubazioni con una pendenza dello 0,5%, e con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler  $K = 80$  (per tubazioni in cemento) occorre utilizzare i diametri riportati nella seguente tabella di calcolo.

Da tale confronto si evince che le geometrie previste sono del tutto sufficienti a smaltire le portate di pioggia anche nei momenti di massima intensità, di seguito vengono evidenziati i risultati dei calcoli.

MATERIALE	Di (m)	PEND. %	KS [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	RIEMP. %	Bacino m <sup>2</sup>	Q l/s di calcolo	Q l/s max
CEMENTO	0,400	0,5	80	80	3.390	98	149
CEMENTO	0,600	0,5	80	80	10.172	295	441
CEMENTO	0,800	0,5	80	80	20.344	590	950
CEMENTO	1,200	0,5	80	80	61.023	1.770	2.802
CEMENTO	1,200	0,5	80	80	71.100	2.062	2.802

#### 4. IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIOGGIA

Per quanto attiene i trattamenti delle acque di prima pioggia e successive, si è fatto riferimento all'art. 9 (comma 1) e all'art 10 (comma 4) del Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.).

Così come in evidenza al precedente capitolo 3, in conformità dell'art.9 (comma 4) del Regolamento, si è assunta la portata udometrica /altezza di pioggia caratteristica con tempo di ritorno quinquennale, ovvero rispettivamente 231 l/s\*Ha e 103.93 mm/h.

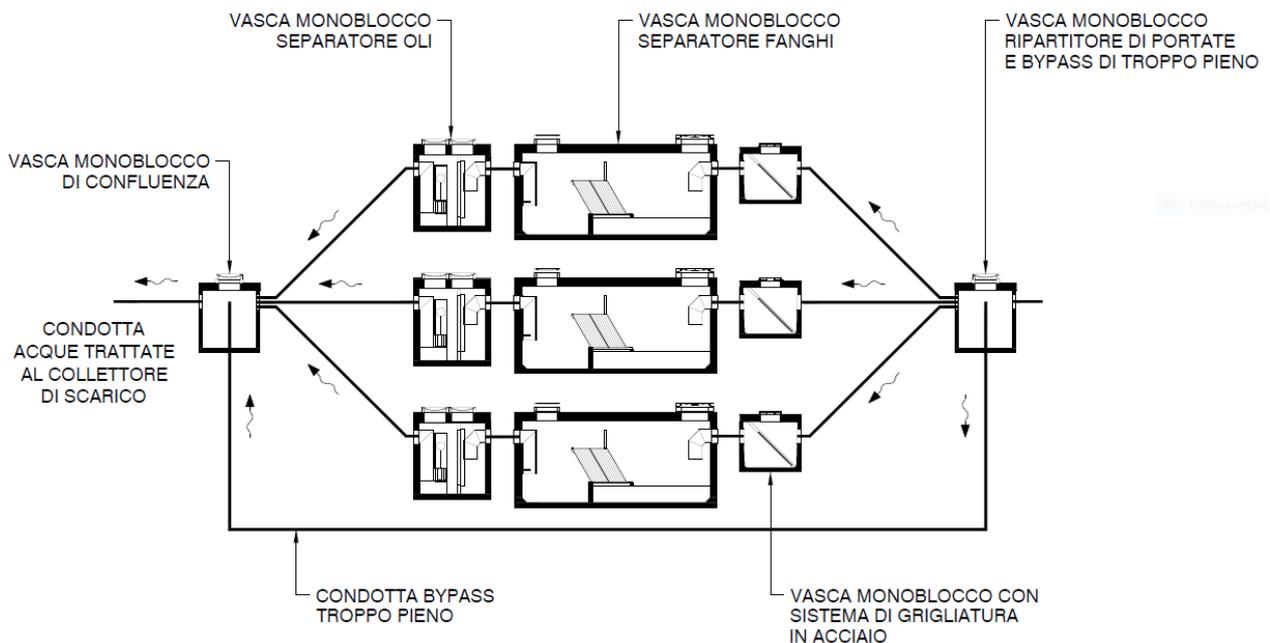
Le acque meteoriche insistenti sulla nuova area impermeabilizzata, prima dell'immissione nel ricettore finale (mare), saranno sottoposte al trattamento delle acque di prima pioggia ed anche successive

**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

mediante n. 14 impianti dimensionati per il trattamento in continuo delle acque meteoriche; in particolare il sistema di trattamento risulta costituito da un trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione.

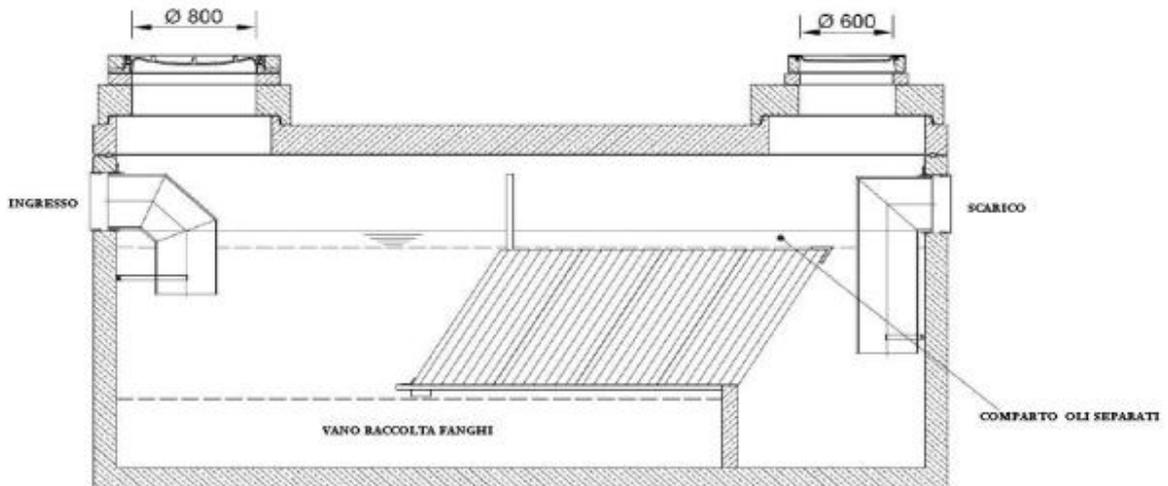
Ad ogni impianto è affidato un sottobacino della superficie di circa 9.000 m<sup>2</sup> con una portata d'acqua sottoposta a trattamento di 207,90 l/s (9.000 x 0,0231).

Al fine di utilizzare manufatti prefabbricati e di non eccedere nelle dimensioni, l'impianto viene suddiviso in tre linee di trattamento in grado di trattare una portata di 80 l/s (240 l/s > 207,9 l/s), ognuna dotata di tre sezioni di trattamento.

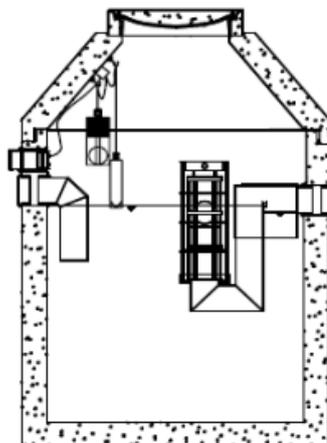


- la prima sezione prevede la grigliatura: pozzetto a pianta quadrata con griglia inclinata a 45° gradi;
- la seconda sezione prevede la dissabbiatura: manufatto dotato di pacchi lamellari che consentono un aumentato del tempo di transito delle acque in vasca pari a 10 m/h, così da favorire la sedimentazione; l'inserito a pacchi lamellari, realizzato con elementi tubolari affiancati disposti in vasca con una determinata inclinazione, ha la specifica funzione di incrementare la superficie utile disponibile ai fini della sedimentazione dei solidi, garantendo la separazione delle particelle di granulometria fino a 0,1 mm. Per consentire la migliore efficacia del processo di sedimentazione la vasca ha ingresso e scarico conformati in modo tale da ridurre la velocità del flusso entrante ed evitare il trascinarsi allo scarico di eventuale materiale galleggiante e

liquidi leggeri separati in superficie. I solidi rimossi si depositano sul fondo vasca da cui possono essere prelevati con le attrezzature tradizionali di autospurgo;



- la terza sezione prevede la disoleazione: separatore d'oli con filtro a coalescenza. Il processo di coalescenza è considerato l'unico efficace, permettendo di raggiungere i limiti imposti dalla normativa. Il D. Lgs. 152/2006 nella tabella 3 Allegato 5 parte III definisce i limiti di idrocarburi massimi che possono essere scaricati in acque superficiali (< 5mg/l); i separatori a coalescenza previsti riescono a raggiungere un grado di depurazione pari al 99% ed un contenuto di idrocarburi < 5 mg/l. Per il disoleatore è previsto un sistema automatico per la trasmissione del livello del serbatoio di raccolta degli oli/idrocarburi al punto presidiato.



**Progetto di fattibilità tecnica ed economica**

---

Ogni impianto è infine dotato di una tubazione di by-pass di troppo pieno le cui quote consentiranno lo scarico a mare solo in caso di eventi meteorici superiori a quelli progettualmente previsti. Per la caratteristica propria del sistema, l'impianto continuerà il trattamento di 40 l/s anche con portate di pioggia superiori, mentre solo l'eccedenza transiterà nel by-pass.

Oltre ai trattamenti sopra descritti non vengono previsti ulteriori impianti di depurazione delle acque e ciò nella considerazione che per detti piazzali non è previsto lo stoccaggio di sostanze pericolose.

Qualora si manifestasse la necessità di stoccaggio di particolari tipologie di materiali, gli impianti di depurazione saranno a carico dei concessionari non essendo l'amministrazione appaltante a conoscenza delle attività che nei lotti potranno risiedere. Si precisa infatti che eventuali impianti di trattamento delle acque meteoriche, insistenti sui piazzali ceduti in concessione, saranno a carico dei concessionari così come le eventuali autorizzazioni allo scarico. Le concessioni che saranno affidate prevedono che, per le aree espressamente dedicate allo stoccaggio di sostanze pericolose, dovrà essere il concessionario, in quanto produttore dello scarico, a provvedere per gli apprestamenti necessari ad evitare eventuali inquinamenti, siano essi semplici trattamenti di rifinitura piuttosto che impianti di trattamento chimico fisico.