



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DELLO STRETTO

LAVORI DI AMPLIAMENTO BANCHINE MARCONI, PELORO E RIZZO DEL PORTO DI MESSINA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA



SCALA:

-

17

006

PR

006

-0

IDR

ELAB./TAV.:

R06

TITOLO:

RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTAZIONE:

Capogruppo Mandataria:



MODIMAR Srl - Via Monte Zebio, 33 - 00100 ROMA

Mandante:



Dott. Ing. Niccolò Saraca

Mandante:



Dott. Ing. Antonino Sutera

Mandante:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.
Lgt. V. Gasman 22, 00146 ROMA - ITALIA
tel +39 0655301518 fax +39 0655301522
www.3tiprogetti.it - info@3tiprogetti.it

Dott. Ing. Alfredo Ingletti

REVISIONI	REV. n°	DATA	EMMISSIONE	MOTIVAZIONE
	0	04/12/2020		

R.U.P.:

Ing. Massimiliano MACCARONE

VISTI/APPROVAZIONI:

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina”	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Data: 04 dicembre 2020					
Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto		17	006	PR	006	-0	IDR

AUTORITA’ DI SISTEMA PORTUALE DELLO STRETTO

“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del Porto di Messina”

Progetto di fattibilità Tecnica ed Economica

Relazione Idraulica

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina”	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Data: 04 dicembre 2020					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	17	006	PR	006	-0	IDR

Indice

1	Premessa	1
2	Descrizione banchina Nuova Peloro	2
3	Descrizione del sistema di smaltimento acque meteoriche.....	7
4	Analisi idrologica.....	9
4.1	Metodo TCEV – Regione Sicilia	9
4.2	Piogge di breve durata.....	13
5	Calcoli Idraulici.....	14
5.1	Calcolo della portata al Colmo col Metodo Cinematico	14
5.2	Dimensionamento condotte a gravità.....	15
5.3	Dimensionamento Canalette di Drenaggio	16
5.4	Pozzetti disoleatori	19

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina”	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Data: 04 dicembre 2020					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	17	006	PR	006	-0	IDR

1 Premessa

Il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica riguarda l’infrastruttura marittima che realizza l’ampliamento delle banchine Marconi, Peoloro e Rizzo ed è denominata “banchina Nuova Peloro”.

L’intervento prevede la realizzazione di una nuova banchina a giorno su pali di grosso diametro (1200 mm) che interesserà lo specchio acqua antistante le attuali banchine Peloro e Marconi.

La banchina in progetto ha origine in corrispondenza della estremità occidentale della banchina Rizzo, che quindi non viene interessata dall’intervento in oggetto, e si raccorda direttamente con la nuova rettifica della banchina I Settembre (oggetto di altro progetto).

Il nuovo filo banchina si estenderà per circa 295 m permettendo l’ormeggio a navi da crociera di grandi dimensioni ed estendendo allo stesso tempo gli spazi a terra utilizzati per il transito dei passeggeri. L’intervento è completato dalla pavimentazione di tutta la superficie della nuova opera, dalla realizzazione della rete di raccolta delle acque meteoriche e dei cunicoli necessari per il passaggio dei servizi.

La presente relazione tratta nello specifico le tematiche idrologico/idrauliche annesse alla definizione del sistema smaltimento delle acque meteoriche.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

2 Descrizione banchina Nuova Peloro

L’intervento prevede la realizzazione di una nuova banchina a giorno su pali di grosso diametro (1200 mm) che interesserà lo specchio acqua antistante le attuali banchine Peloro e Marconi (cfr Figura 1).



Figura 1: Foto aerea del Porto di Messina – Ampliamento delle banchine esistenti

La banchina in progetto ha origine in corrispondenza della estremità occidentale della banchina Rizzo, che quindi non viene interessata dall’intervento in oggetto, e si raccorda direttamente con la nuova rettifica della banchina I Settembre (oggetto di altro progetto) come evidenziato in Figura 2.

Il nuovo filo banchina si estenderà per circa 295 m permettendo l’ormeggio a navi da crociera di grandi dimensioni ed estendendo allo stesso tempo gli spazi a terra utilizzati per il transito dei passeggeri. L’intervento è completato dalla pavimentazione di tutta la superficie della nuova opera, dalla realizzazione della rete di raccolta delle acque meteoriche e dei cunicoli necessari per il passaggio dei servizi. I dispositivi di accosto ed ormeggio della nuova banchina sono stati posizionati con una disposizione alternata in modo da assicurare sia per le bitte che per i parabordi un interasse sempre minore di 20 m; in particolare i dispositivi antistanti la banchina Marconi hanno un interasse di 19,10 m mentre quelli antistanti la banchina Peloro ha un interasse di 19,00 m.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

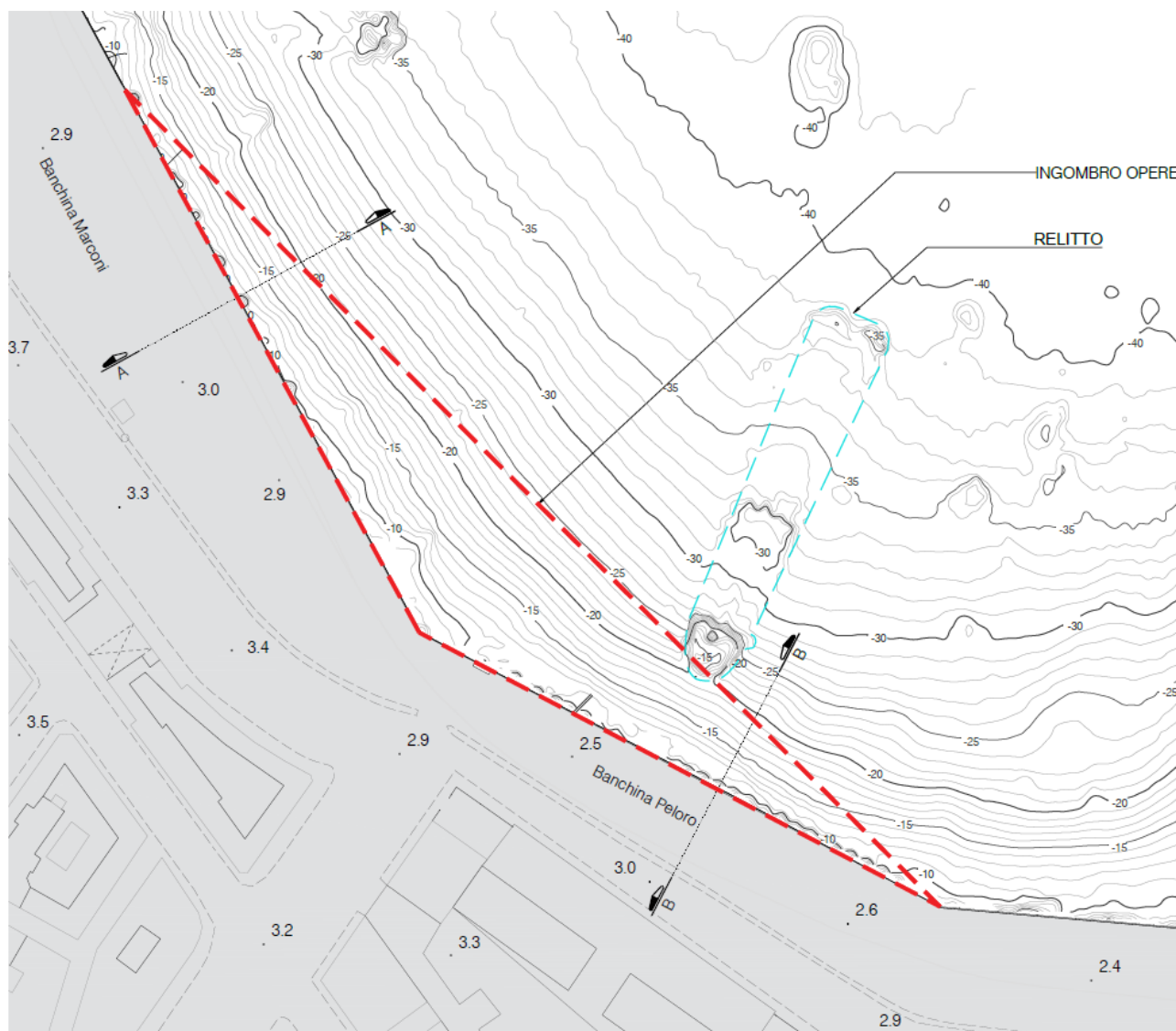


Figura 2 : Stato attuale

Nella Figura 3 viene mostrata la planimetria di progetto dell’opera finita.

Ottimizzando la soluzione scelta durante l’analisi comparativa delle alternative, la struttura di fondazione è costituita da una serie di pali di calcestruzzo con camicia metallica di diametro pari a 1200 mm disposti secondo una maglia rettangolare nella quale la dimensioni massima, parallela al fronte di accosto, è pari a circa 9 m mentre quella minima, perpendicolare al fronte di accosto, è pari a circa 5.65 m. Sulla sommità dei pali è prevista la realizzazione di pulvini a pianta quadrata di dimensioni 2.30 x 2.30 x 0.45h sui quali poggeranno le travi prefabbricate tipo PREM, di dimensioni 1.00 x 1.00 m, che costituiscono la struttura portante dell’impalcato di c.a.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

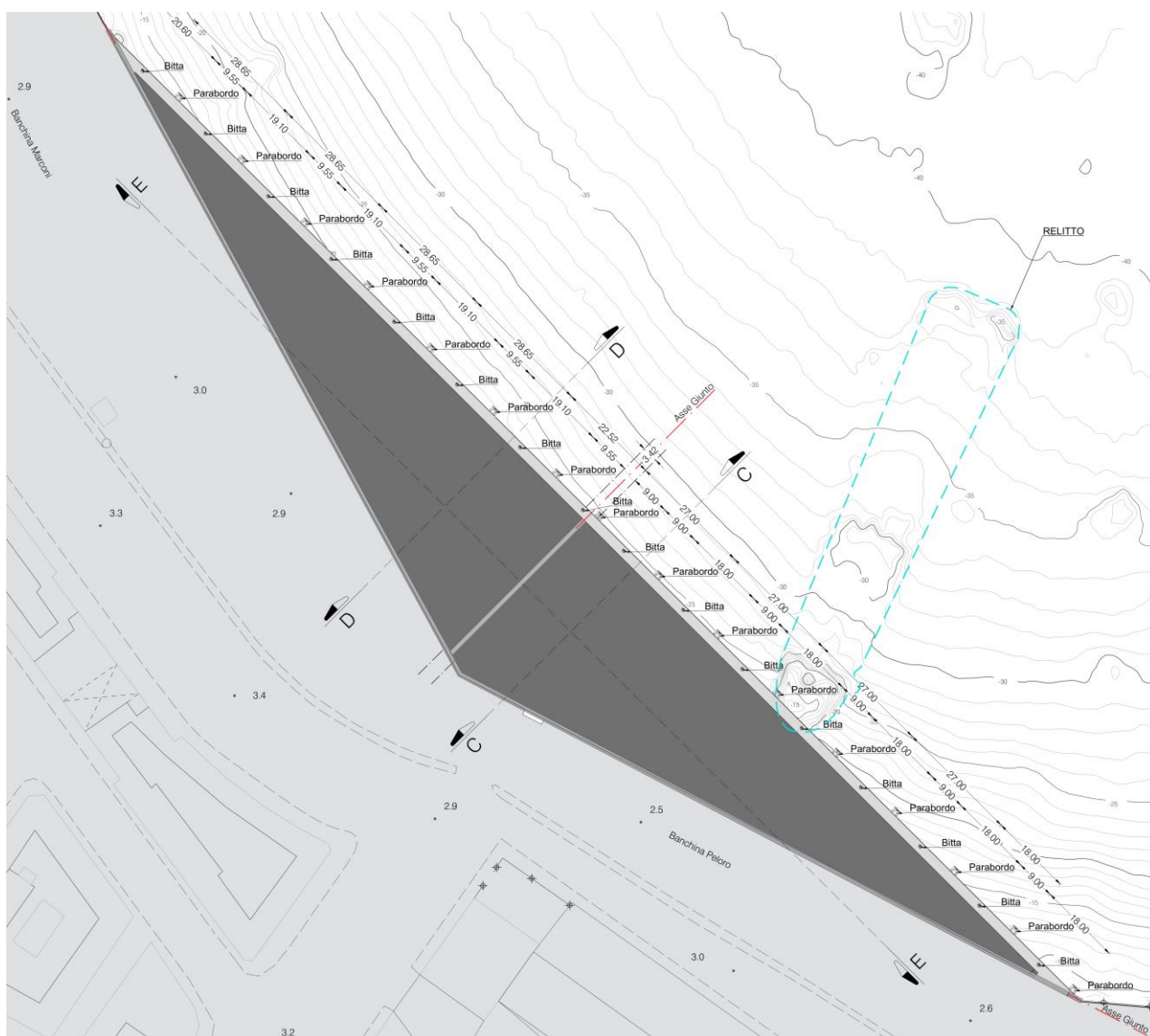


Figura 3: Planimetria di Progetto dell’opera finita

Nella Figura 4 viene riportata la pianta di progetto a quota +1.00 m dove si osserva il grigliato delle travi prefabbricate PREM della struttura portante dell’impalcato.

Superiormente le travi saranno collegate da una soletta di c.a. gettata in opera che costituirà il piano di calpestio della nuova opera. La nuova Banchina Peloro si estenderà, in corrispondenza del raccordo delle attuali banchine Marconi e Peloro, per circa 45 m all’interno del bacino portuale andando a formare un nuovo fronte di banchina di circa 295 m.

La struttura portante dell’impalcato è divisa trasversalmente in due parti strutturalmente indipendenti collegate da un giunto, ortogonale al filo di banchina, che si estende fino alle banchine esistenti posizionato in prossimità del raccordo tra le stesse. Lungo i bordi che segnano il contatto con le due banchine esistenti è prevista la realizzazione di un ulteriore giunto di dimensioni tali da evitare, sia in condizioni sismiche che nelle fasi di esercizio (ad es. urto della nave), il martellamento tra le due strutture.

La realizzazione della nuova opera, quindi, non altererà l’operatività funzionale delle banchine esistenti che risulteranno strutturalmente disconnesse dal nuovo intervento.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

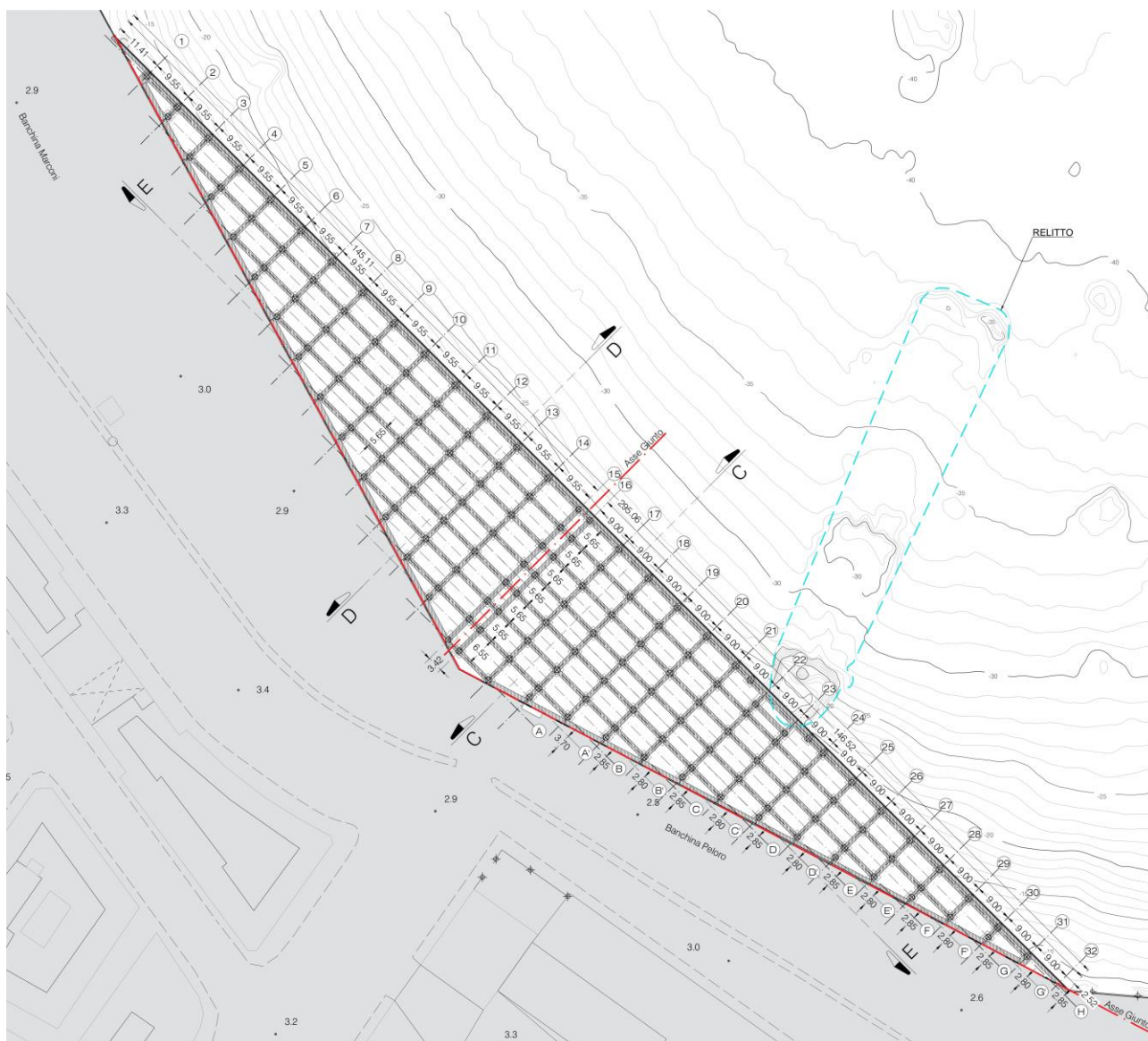


Figura 4: Pianta di Progetto a quota +1.00 m con struttura portante dell’impalcato

Nella successiva Figura 5, è riportata una sezione tipologica delle opere di progetto, in cui è ben visibile anche la tipologia costruttiva dei banchinamenti esistenti nonché gli interventi di consolidamento strutturale su di essi realizzati.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	17	006	PR	006	-0	IDR

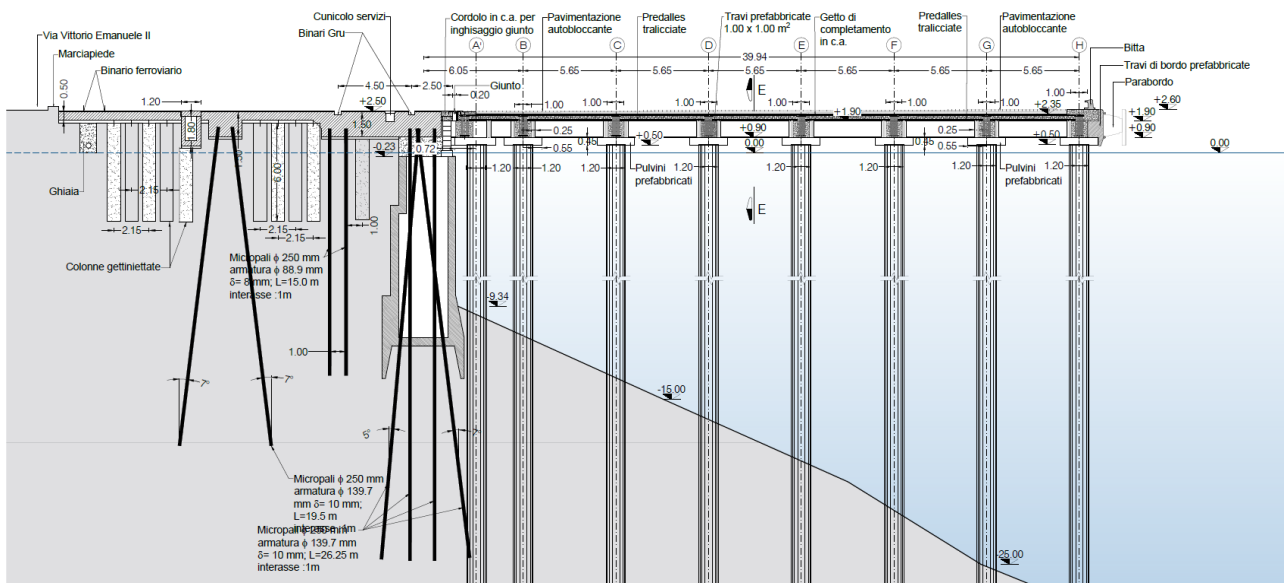


Figura 5 : Sezione tipologica dell'intervento di progetto

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina”	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Data: 04 dicembre 2020					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	17	006	PR	006	-0	IDR

3 Descrizione del sistema di smaltimento acque meteoriche

I sistemi di drenaggio delle banchine portuali sono in linea generale caratterizzati da soluzioni specifiche che siano in grado di garantire il corretto smaltimento delle acque meteoriche limitando al contempo il più possibile le perdite di quota necessarie per deflusso delle portate e quindi le pendenze longitudinali dei collettori, a causa della prossimità della falda marina.

Questa circostanza comporta di conseguenza l’impostazione dei seguenti criteri progettuali:

1. la ricerca di sistemi di drenaggio più superficiali possibile;
2. l’adozione di valori minimi per le pendenze dei collettori di raccolta;
3. il frazionamento della rete in più porzioni indipendenti.

Gli elementi di base che caratterizzano l’intervento in argomento rappresentano inoltre elementi di ulteriore complessità per la soluzione progettuale.

Infatti, la soluzione strutturale scelta per gli interventi di ampliamento delle banchine, rappresentata da un impalcato a giorno su pali, induce una notevole limitazione delle quote altimetriche disponibili per il passaggio dei collettori affinché non interferiscano con le travi dell’impalcato.

In ultimo, quale ulteriore elemento vincolante per la concezione progettuale, la presenza di importanti interventi di consolidamento strutturale delle banchine esistenti non permette di posizionare alcun collettore di raccolta né tantomeno alcun manufatto all’interno dei terrapieni di banchina.

Pertanto, per le motivazioni sopra illustrate, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche di progetto è stato così concepito (cfr. Figura 6):

- il drenaggio delle nuove superfici di banchina è realizzato mediante un sistema di raccolta continuo con canalette grigliate disposte lungo i magrini perimetrali dell’intervento;
- le pendenze di drenaggio, orientate verso le canalette disposte circa a quota +2,60 m slm, sono realizzate mediante una “monta” nella parte centrale del nuovo piazzale posta a quota +2,70 m slm;
- per limitare il più possibile le lunghezze (e quindi le perdite di quota) dei collettori posti al di sotto delle canalette di drenaggio, la rete è sviluppata partendo da 4 differenti punti di raccolta e di scarico, posti in posizione mediana di ciascuna linea di drenaggio;
- in corrispondenza di ciascun punto di raccolta sono posizionati pozzetti disoleatori, opportunamente fissati al disotto dell’impalcato, con funzione di trattamento delle acque di prima pioggia prima dello scarico a mare.

Secondo tale configurazione, la rete drenaggio è di fatto costituita da 4 sistemi di raccolta indipendenti, ognuno dei quali drena all’incirca un quarto della superficie complessiva, ovvero circa 1750 m² in riferimento alla porzione di maggiori dimensioni, per un totale pari a circa 6735 m² di superficie di banchina complessiva.

Ognuna di queste porzioni di rete è a sua volta servita da due linee di raccolta mediante canalette grigliate, ciascuna delle quali avente lunghezza pari a circa 75 m e drenante una superficie massima pari a circa 1'350 m².

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

Le canalette grigliate, disposte orizzontalmente o con fondo a debole pendenza, scaricheranno, mediante tubi di scarico ad intervallo regolare, le acque raccolte all’interno di una tubazione in pendenza, opportunamente predisposta all’interno dei getti in opera, avente esito finale direttamente all’interno del pozzetto disoleatore posto in corrispondenza dei punti di scarico.

Nella presente fase progettuale è stata verificata la fattibilità generale dello schema proposto, rimandando alle fasi progettuali successive la definizione di dettaglio dei particolari costruttivi occorrenti alla perfetta integrazione strutturale delle predisposizioni impiantistiche necessarie.

Nei paragrafi successivi si riportano le analisi idrologiche eseguite assieme ad un predimensionamento dei sistemi di raccolta.

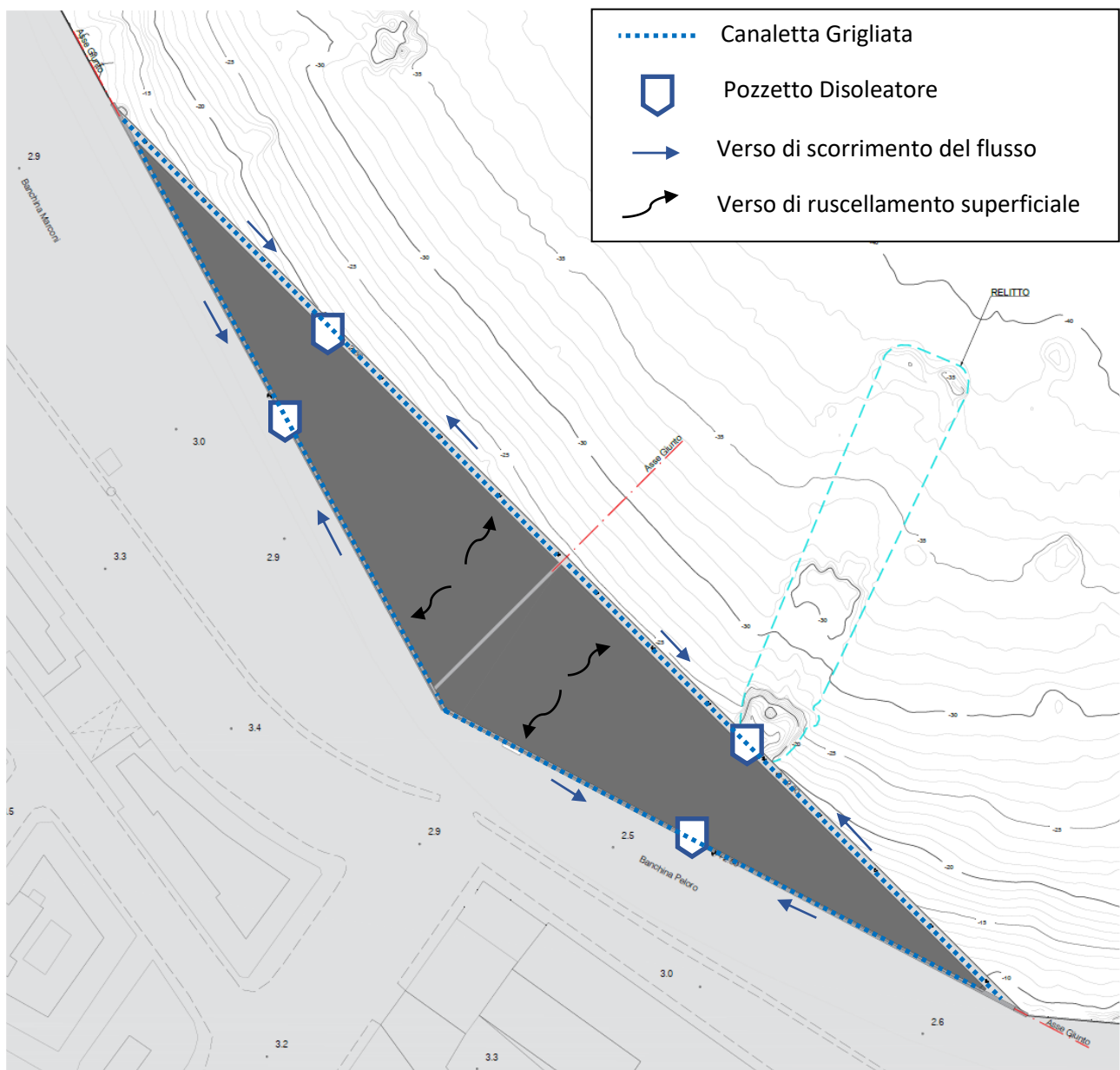


Figura 6 : Schema di impianto di smaltimento acque meteoriche di progetto

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina”	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Data: 04 dicembre 2020					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	17	006	PR	006	-0	IDR

4 Analisi idrologica

4.1 Metodo TCEV – Regione Sicilia

Il modello TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI¹.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l’informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (componente straordinaria) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica).

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all’interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI Sicilia (Ferro e Cannarozzo, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni parametri statistici.

Nel primo livello di regionalizzazione si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico Gt delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia. La Sicilia si può pertanto ritenere una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri $\Theta^*=2.24$ e $\Lambda^*=0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

Il secondo livello di regionalizzazione riguarda l’individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in cinque sottozone pluviometriche omogenee: Z0 –Z5, Z1, Z2, Z3, Z4 (Fig. 4-1).

A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo Λ_1 (Tab. 4-1), che risulta indipendente dalla durata.

In ogni sottozona la variabile adimensionale $h_{t,T} = h_t/\mu$ (valore dell’altezza di pioggia di fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media μ della legge TCEV) assume la seguente espressione:

¹ Il Progetto VAPI (VALutazione Piene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull’intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

$$h'_{t,T} = K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

In tale relazione i coefficienti a e b sono stati tarati in funzione della particolare sottozona (Tab. 4-2).



Figura 7 : Suddivisione del territorio in 6 sottozone omogenee nel secondo livello di regionalizzazione (Lo Conti et al, 2007)

K_T è definito fattore di crescita e misura la variabilità relativa degli eventi estremi alle diverse frequenze. Esso è dunque indipendente dalla durata della precipitazione e funzione della collocazione geografica del sito per il quale si vogliono calcolare le altezze di pioggia (a mezzo dei coefficienti a e b) e del tempo di ritorno T dell’evento meteorico.

<i>Sottozona</i> <i>Parametro</i>	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5
Λ_1	24,429	19,58	17,669	14,517	15,397	24,402

Tab. 4-1 : Valore del parametro Λ_1 per ogni sottozona in cui è stata suddivisa la regione Sicilia

<i>Sottozona</i> <i>Parametro</i>	$Z_0 - Z_5$	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Tab. 4-2 : Valori, per la regione Sicilia, dei coefficienti a e b per la definizione del fattore di crescita

Il terzo livello di regionalizzazione prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze - prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico) - relative al sito di misura.

Pertanto, l’espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$$h_{t,T} = K_T \cdot \mu(t)$$

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

in cui $h_{t,T}$ è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T .

Per le stazioni pluviografiche siciliane la media teorica μ risulta coincidente con quella campionaria; per ciascuna delle 172 stazioni siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata t :

$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti a ed n sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle *iso-a* e delle *iso-n* (Cannarozzo et al, 1995). Nelle Fig. 4-1 e Fig. 4-2 è possibile vedere la variazione dei coefficienti a ed n per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

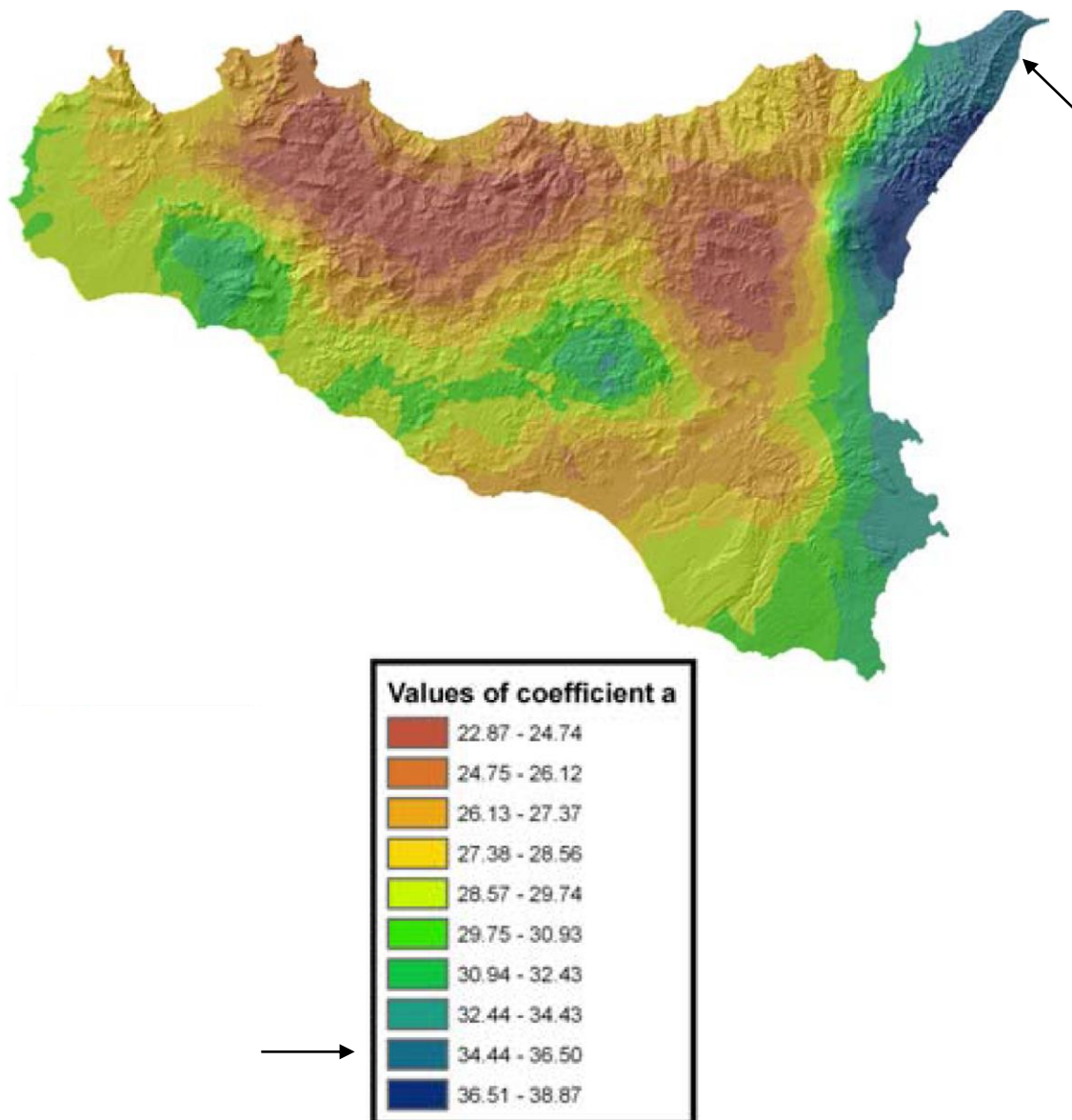


Fig. 4-1 : Valori dei coefficienti a per il territorio siciliano

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

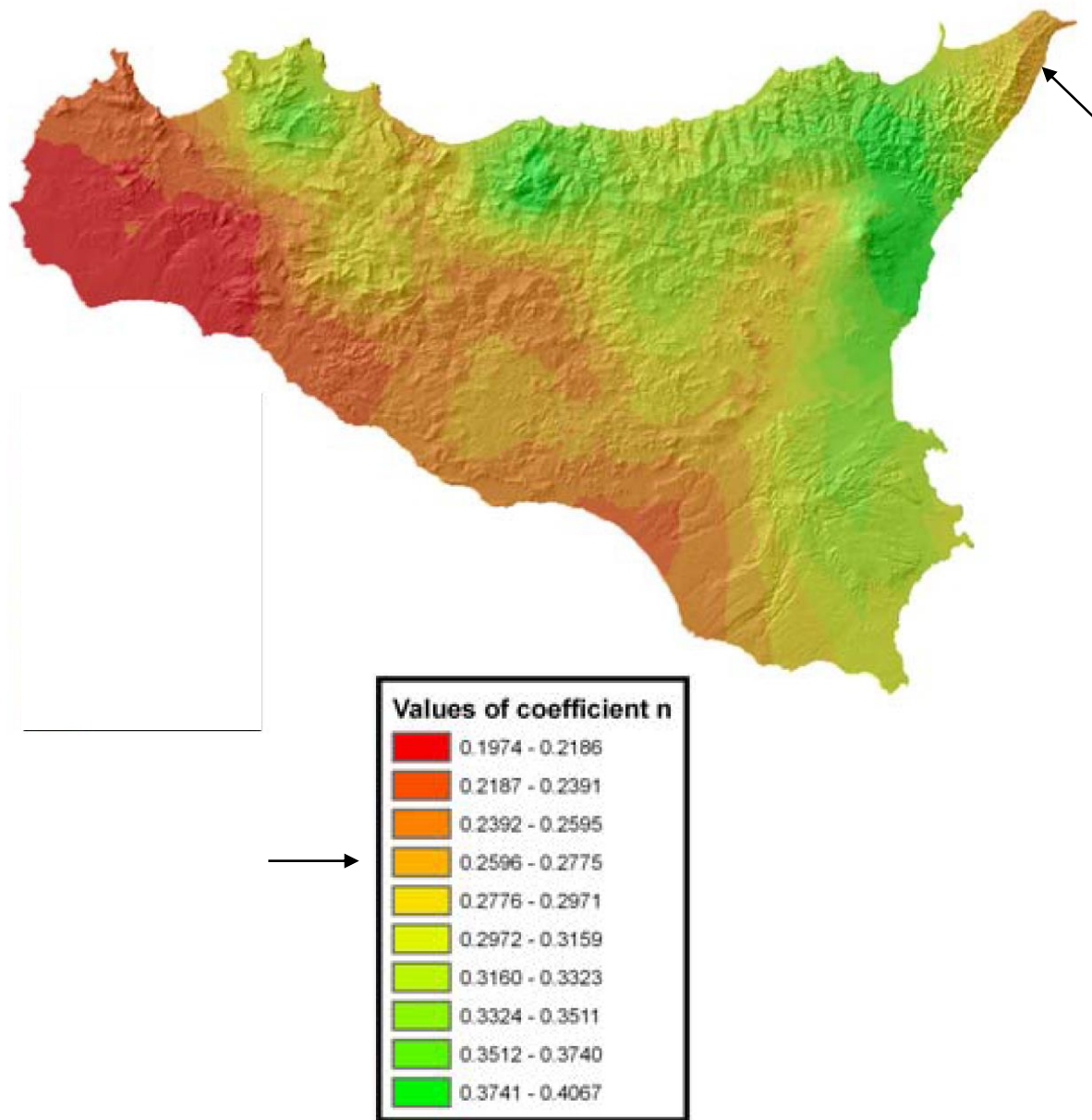


Fig. 4-2 : Valori dei coefficienti n per il territorio siciliano

Nel caso in esame, prendendo cautelativamente in considerazione i valori coincidenti con i limiti superiori degli intervalli di riferimento corrispondenti al sito di Messina, ($a=36.5$; $n=0.2775$), sono quindi stati calcolati, per il tempo di ritorno di interesse $T = 20$ anni, i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata $h_{t,T}$ e la legge di probabilità pluviometrica.

$$h(t) = 69.901 t^{0.2775}$$

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

4.2 Piogge di breve durata

Considerato che il metodo di regionalizzazione è basato sull’analisi dei dati delle stazioni distribuite sull’intero territorio regionale le quali nella massima parte forniscono misure pluviometriche relative alle durate convenzionali di 1, 3, 6, 12, 24 ore, ne consegue che, per eventi di pioggia caratterizzati da durate inferiori all’ora, i valori risultanti dall’applicazione delle formule del metodo di regionalizzazione possono risultare non corretti e sovrastimati.

È stato però dimostrato che il rapporto tra l’altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti, e l’altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T è scarsamente dipendente dalla località.

In particolare, per la stima dell’altezza di pioggia associata ad eventi di durata inferiore ad 1 ora, è disponibile la seguente formulazione proposta da Bell:

$$h_{t,T}/h_{60,T} = 0,54 * t^{0,25} - 0,50$$

che consente di calcolare l’altezza di pioggia di durata inferiore ai 60 minuti e tempo di ritorno T a partire dal valore $h_{60,T}$ ottenuto dalla curva di possibilità climatica relativa allo stesso tempo di ritorno T .

h(t) = a t ⁿ			
a =		69.901	
n =		0.2775	
h _{t,T} /h _{60,T} = 0,54 * t ^{0,25} - 0,50			
t		h _t	i _t
[min]	[ore]	[mm]	[mm/ora]
5	0.083	21.49	257.92
10	0.167	32.17	193.04
15	0.250	39.33	157.34
20	0.333	44.87	134.62
25	0.417	49.45	118.69
30	0.500	53.39	106.78
35	0.583	56.86	97.47
40	0.667	59.98	89.97
45	0.750	62.81	83.75
50	0.833	65.42	78.51
55	0.917	67.84	74.01
60	1.000	69.90	69.90

Tab. 4-3 : Altezze di pioggia e relativi valori di intensità media di precipitazione per durate sub-orarie

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina”	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Data: 04 dicembre 2020					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	17	006	PR	006	-0	IDR

5 Calcoli Idraulici

5.1 Calcolo della portata al Colmo col Metodo Cinematico

Il metodo della corrivazione, o metodo cinematico, non tiene conto del fenomeno della laminazione delle portate che affluiscono alla rete di canali, valutando la portata al colmo di piena unicamente in base ai tempi di trasferimento agli stessi della pioggia caduta su un determinato bacino.

Il metodo della corrivazione si applica assumendo le seguenti ipotesi di base:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per giungere alla sezione di chiusura dello stesso;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all’intensità di pioggia caduta nel punto l’istante immediatamente precedente il tempo necessario al che questo contributo raggiunga la sezione di chiusura;
- questo tempo è caratteristico di ogni singolo punto e invariante nel tempo.

In conseguenza di quanto sopra si ha che esiste un tempo di corrivazione (tempo di concentrazione) caratteristico di ogni bacino, necessario affinché una (teorica) goccia di pioggia caduta nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura dello stesso.

La portata al colmo di piena, determinata da un valore critico del tempo di pioggia (coincidente con il tempo di corrivazione), conseguente all’applicazione del metodo assume l’espressione:

$$Q_M = \frac{\phi \cdot i_{(t_c T)} S}{360}$$

i cui i fattori hanno il seguente significato:

- Q_M portata al colmo di piena [m^3/s];
- ϕ coefficiente d’afflusso medio del bacino;
- $i_{(t_c)}$ intensità media di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione [mm/ora];
- S superficie del bacino [ha].

Nel caso delle fognature urbane il tempo di corrivazione può essere valutato facendo riferimento al percorso idraulico delle portate verso la sezione di chiusura, per cui il cosiddetto tempo di corrivazione è valutato come somma di due aliquote: una dipendente dal tempo di ruscellamento, t_r , ossia il tempo di accesso alla rete dei canali, per il bacino in esame; l’altra dipendente dal tempo di percorrenza delle singole canalizzazioni della rete ($t_c = t_r + t_p$).

La valutazione del tempo di ruscellamento è l’elemento affetto da maggiori incertezze, in quanto dipendente da numerosi fattori, tra cui quelli di maggiore importanza sono:

- pendenza media del bacino;
- grado di impermeabilità dello stesso (che influenza il coefficiente d’afflusso che, a propria volta, ha ripercussioni sul fenomeno del ruscellamento);
- altezza di pioggia precedente l’evento critico di progetto (influenza sul coefficiente di afflusso);
- sistema di drenaggi minori presenti nell’area.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
		Data: 04 dicembre 2020					
Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto		17	006	PR	006	-0	IDR

Normalmente, per zone urbanizzate, si considerano tempi compresi nell’intervallo 5÷15 minuti; assumendo i valori più piccoli per le aree minori, più attrezzate (esistenza di drenaggi minori, maggiore copertura di superfici impermeabili, ecc.) e maggiormente pendenti, più elevati nei casi opposti. Nel caso in esame è stato scelto un tempo di ruscellamento pari a 5 minuti.

La valutazione del tempo di percorrenza è di minore complessità, poiché si considera come la somma dei tempi di percorrenza dei singoli canali costituenti la rete, seguendo il percorso di maggiore lunghezza, si ha quindi la seguente relazione: $t_p = \sum_i L_i/V_i$.

Prendendo in considerazione uno dei rami principali del sistema drenaggio, avente un’estensione lineare di circa 75 m, si può stimare un tempo di pioggia critica pari a 10 minuti pari sostanzialmente al solo tempo di ruscellamento, considerato il limitato contributo dovuto alla percorrenza all’interno della condotta.

Con tali valori è possibile determinare la portata di progetto per il dimensionamento di ciascun tronco.

φ	t_c	i	S		Q	
[-]	[min]	[mm/ora]	[m ²]	[ha]	[m ³ /s]	[l/s]
0.9	10	190	1750	0.175	0.083	83.1

5.2 Dimensionamento condotte a gravità

I calcoli idraulici per il dimensionamento e/o la verifica delle condotte (dorsale principale) sono stati fatti in base alla formula di moto uniforme generalmente usata per le correnti a pelo libero, ossia la formula di Chèzy:

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

dove v è la velocità media del fluido [m/s], χ un coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza omogenea equivalente ε (mm), dal numero di Reynolds Re , e dal coefficiente di forma del canale, φ (uguale ad 1 per la sezione circolare), R è il raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso S ed il contorno dello stesso B .

Nel caso di moto assolutamente turbolento, tipico per le reti di fognatura, si annulla la dipendenza del coefficiente di conduttanza dal numero di Reynolds Re . In questo caso è stata utilizzata la seguente formula empirica che lega il coefficiente di conduttanza χ alla scabrezza della parete ed al raggio idraulico R :

$$\text{Gauckler-Stricker} \quad \chi_{GS} = K_S R^{1/6}$$

L’espressione per il calcolo della portata risulta invece:

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

I valori dei parametri di scabrezza (K_S) della formula di moto uniforme vanno assegnati sulla base della natura, dello stato di conservazione e di impiego del materiale costituente le pareti del canale.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

Per canali convoglianti acque meteoriche, a titolo indicativo, nella Tab. 5-1 sono elencati i valori normalmente utilizzati.

TIPO DI CANALIZZAZIONE	Gauckler - Strickler K_S [m ^{1/3} s ⁻¹]
Condotta in PVC (nuove)	(120)
Condotta in PVC con lievi incrostazioni (usate)	(80)

Tab. 5-1 : Parametri di scabrezza utilizzati nei calcoli

Si ha quindi che, per lo smaltimento delle acque meteoriche a carico del singolo ramo della rete di progetto, si dimostrano sufficienti tubazioni Ø 350 mm poste secondo una pendenza longitudinale dello 0.5 %, in cui, con un grado di riempimento pari a circa il 65%, le portate defluiscono con una velocità pari a circa 1.2 m/s.

5.3 Dimensionamento Canalette di Drenaggio

Il drenaggio delle superfici di banchina sarà realizzato per mezzo di canalette grigliate continue, a fondo con pendenza, collegate con il sottostante collettore di raccolta ad intervalli regolari per mezzo di un bocchettone di scarico.

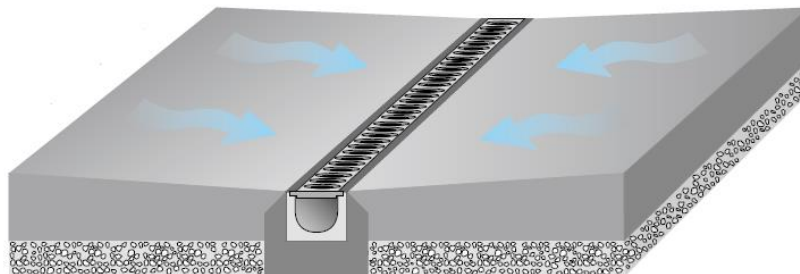


Fig. 5-1 : Schema rappresentativo del sistema di drenaggio con canalette grigliate

Per la verifica idraulica delle canalette si può fare riferimento alla usuale espressione per il calcolo della portata nella forma seguente

$$Q = AV$$

In cui la velocità di deflusso può essere calcolata con la formula di Chèzy – Tadini

$$V = c\sqrt{Ri}$$

in cui il coefficiente conduttanza idraulica può essere espresso con la Formula di Bazin

$$c = \frac{87}{1 + \frac{y}{\sqrt{R}}}$$

Ove

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
		Data: 04 dicembre 2020					
Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto		17	006	PR	006	-0	IDR

- Q : Portata in m^3/s
- A : Sezione di passaggio acqua del canale in m^2
- K = Contorno bagnato in m
- V = Velocità media in m/s
- c = Coefficiente d’attrito
- R = Raggio medio in m
- i = Pendenza della canalizzazione
- γ = Coefficiente di scabrosità

Prendendo in considerazione pozioni di pavimentazione drenati dal singolo tronco di canaletta di estensioni non superiori a $200 m^2$, corrispondenti ad uno sviluppo lineare di circa $10 m$, calcolando anche in questo caso la portata al colmo mediante l’applicazione del metodo cinematico precedentemente descritto, si ottiene una portata di poso inferiore a $10 l/s$.

φ	t_c	i	S		Q	
[-]	[min]	[mm/ora]	[m^2]	[ha]	[m^3/s]	[l/s]
0.9	10	190	200	0.02	0.010	9.5

Tab. 5-2 : Calcolo della portata smaltita dal singolo tronco di canaletta

Dal confronto con i valori pre-calcolati per canali commerciali come riportato nella seguente Tab. 5-3, è possibile individuare la tipologia minima di prodotto idoneo ad assicurare il corretto drenaggio delle superfici.

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
		Data: 04 dicembre 2020					
Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto		17	006	PR	006	-0	IDR

Portata d’acqua canali Gridiron						Tabella 1				
Canali	Area	Contorno bagnato	Coef. di scabrosità y	Raggio medio	Pendenze					
					0,5%	1%	1,50%	2%	3%	
						Portate Litri/secondo				
cemento vibrocompreso	R122	4456	183	0,12	24,3	2,5	3,5	4,3	4,9	6,0
	R150	9127	281	0,12	32,5	6,1	8,7	10,6	12,3	15,0
	R210 H1	21603	413	0,12	52,3	20,1	28,4	34,8	40,2	49,3
	R210 H2	11500	280	0,12	41	9,1	12,9	15,8	18,3	22,4
	R210 H3	38600	643	0,12	60	39,5	55,8	68,4	78,9	96,7
	R265	38150	558	0,12	68,4	42,3	59,8	73,3	84,6	103,7
	R315	56660	668	0,12	84,8	72,0	101,8	124,7	144,0	176,4
	R365	83440	815	0,12	102,4	119,9	169,6	207,7	239,8	293,7
	R495 H1	140381	1056	0,12	132,9	237,0	335,1	410,4	473,9	580,5
	R495 H2	214869	1455	0,12	147,7	387,6	548,2	671,4	775,2	949,5
	R595 H1	224616	1340	0,12	167,6	438,1	619,6	758,8	876,2	1073,1
R595 H2	271037	1539	0,12	176,1	545,8	771,9	945,4	1091,6	1336,9	
cemento armato	K170	13502	359	0,12	37,6	10,0	14,2	17,4	20,0	24,5
	K220	24342	541	0,12	45,0	20,3	28,7	35,1	40,6	49,7
	K270	41940	614	0,12	68,3	46,5	65,8	80,6	93,0	114,0
	K270 RIBASSATO	20152	385	0,12	52,3	18,8	26,5	32,5	37,5	46,0
	K350	69167	773	0,12	89,5	91,2	128,9	157,9	182,4	223,3
	K400	97749	919	0,12	106,4	143,9	203,5	249,3	287,8	352,5
	C500	109967	943	0,12	116,6	171,3	242,3	296,7	342,6	419,6
	C600	143780	1047	0,12	137,3	248,4	351,2	430,2	496,7	608,3
	C700	225615	1328	0,12	169,9	443,3	626,9	767,7	886,5	1085,8
	C800	377300	1814	0,12	208,0	838,1	1185,2	1451,6	1676,1	2052,8
	XL410-H1	98700	884	0,10	112,0	156,0	221,0	271,0	313,0	383,0
	XL410-H2	161700	1280	0,10	126,0	277,0	391,0	479,0	554,0	678,0
	XL410-H3	233400	1790	0,10	130,0	407,0	576,0	705,0	814,0	997,0
XL410-H4	325600	2390	0,10	136,0	584,0	825,0	1011,0	1167,0	1430,0	
cemento polimerico	BASE 100	6251	220	0,10	28,4	4,1	4,0	5,0	5,7	7,0
	BASE 100 LOW	2906	147	0,10	20	1,5	2,1	2,6	3,0	3,6
	BASE 150	17085	345	0,10	49,5	16,2	23,0	28,1	32,5	39,8
	BASE 200	31507	472	0,10	66,8	36,2	51,2	62,7	72,4	88,6
	P150	9486	282	0,10	33,6	7,0	9,9	12,1	14,0	17,1
	P150 RIBASSATO	3958	173	0,10	22,9	2,2	3,1	3,9	4,5	5,5
	P210	21002	400	0,10	52,5	20,7	29,3	35,9	41,5	50,8
	P210 RIBASSATO	8898	250	0,10	36	6,8	9,6	11,8	13,6	16,7
	P265	36475	528	0,10	69,1	43,1	60,9	74,6	86,2	105,5
	P315	53642	630	0,10	85,1	72,2	102,1	125,0	144,3	176,8
	P365	83255	798	0,10	104,3	126	179,4	219,7	253,6	310,7
	CAST BLOCKING 150	12635	320	0,10	39,5	10,4	14,7	18,0	20,7	25,4
	CAST BLOCKING 200	32250	510	0,10	63,2	36,0	50,9	62,3	71,9	88,1
	CAST BLOCKING 250	44850	585	0,10	76,7	56,3	79,6	97,5	112,6	137,9
	CAST BLOCKING 250 RIBASSATO	14000	360	0,10	38,9	11,3	16,0	19,6	22,6	27,7
	CAST BLOCKING 350	87025	815	0,10	106,8	134,1	189,7	232,3	268,2	328,5
	POLY FLY 100	10878	297	0,10	37	8,5	12,0	14,7	16,9	20,7
	POLY FLY 100 LOW	7042	222	0,10	32	5,0	7,0	8,6	9,9	12,2
	POLY FLY 100 CON PEND.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	POLY FLY 150	22054	416	0,10	53	22,0	31,2	38,2	44,1	54,0
	POLY FLY 150 LOW	9365	257	0,10	36	7,3	10,3	12,6	14,6	17,9
	POLY FLY 200	44801	600	0,10	75	55,3	78,2	95,8	110,6	135,4
	POLY FLY 200 LOW	13756	320	0,10	43	11,8	16,7	20,5	23,7	29,0
POLY FLY 300 HIGH	85524	845	0,1	101	128,0	181,0	221,6	255,9	313,4	
POLY FLY 300 MEDIUM	47728	588	0,10	81	62,3	88,1	107,9	124,6	152,6	
POLY FLY 300 LOW	32728	488	0,10	67	37,9	53,7	65,7	75,9	93,0	
ABS	PLASTIC FLY 100	14238	369	0,10	39	11,5	16,2	19,9	23,0	28,1
	PLASTIC FLY 100 LOW	6899	221	0,10	31	4,9	6,9	8,4	9,7	11,9
	PLASTIC FLY 150	21688	419	0,10	52	21,1	29,9	36,6	42,3	51,8
	PLASTIC FLY 150 LOW	10593	270	0,10	39	8,7	12,3	15,0	17,4	21,3
	PLASTIC FLY 200	38118	551	0,10	69	45,0	63,7	78,0	90,0	110,3
PLASTIC FLY 200 LOW	28357	452	0,10	63	31,3	44,3	54,2	62,6	76,7	

Tab. 5-3 :Abaco delle caratteristiche idrauliche di canali commerciali

Raggruppamento: Modimar s.r.l. Vams Dinamica s.r.l. 3TI Progetti Italia	“Lavori d’ampliamento delle banchine Marconi, Peloro e Rizzo del porto di Messina” Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica	Titolo elaborato: Relazione Idraulica					
	Committente: Autorità di Sistema Portuale dello Stretto	Data: 04 dicembre 2020					
		17	006	PR	006	-0	IDR

5.4 Pozzetti disoleatori

La determinazione della grandezza nominale dei separatori (l/s) avviene considerando come prime piogge i 5 mm iniziali che si calcola ricadano nei primi 15 minuti, quindi con una piovosità pari a 0,0055 l/(s m²). A scopo cautelativo solitamente si utilizza una piovosità pari a 0,006 l/(s m²).

$$GN_{\text{separatori oli}} = Q_r \cdot F_d$$

In cui:

- Q_r = portata in l/s, pari al prodotto della superficie scolante (in m²) per il coefficiente di piovosità in l/(s m²);
- F_d = fattore di densità, dipendente dal tipo di liquido leggero (per stazioni di servizio $F_d = 1$).

Quindi:

$$GN_{\text{separatori oli}} = 0,006 \cdot S \text{ (mq)}$$

Ove S è la superficie in metri quadri allacciata all’impianto.

Nel caso in esame, considerando che ogni pozzetto disoleatore confluiscono due collettori di raccolta a servizio ciascuno di una superficie pari a circa 1750 m², si calcola un valore di GN pari a 20.

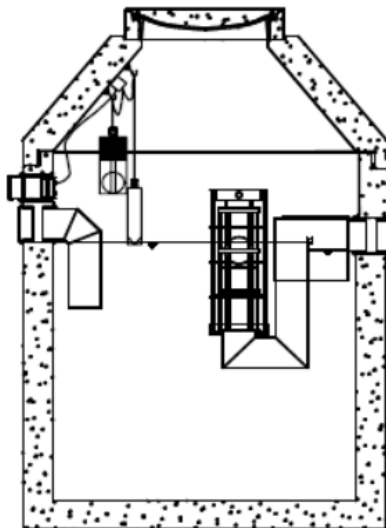


Fig. 5-2 : Schema tipologico di pozzetto disoleatore (trattamento in continuo)