

Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Tirreno Centro Settentrionale

PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

# OPERE STRATEGICHE PER IL PORTO DI CIVITAVECCHIA - 2° STRALCIO -

## NUOVO ACCESSO AL BACINO STORICO - COLLEGAMENTO TRA IL MOLO VESPUCCI E L'ANTEMURALE COLOMBO

### PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato

## RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI

P R 2    D R    0 0 9    0 0    C S I

Committente:

Autorità Portuale di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta

IL PRESIDENTE:

Dr. Pino Musolino

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maurizio Marini

IL COORDINATORE GENERALE

Dott. Ing. Giuseppe Solinas

Progetto A.T.I. :

MODIMAR S.r.l. ( Capogruppo )

V.A.M.S. Ingegneria S.r.l.

SEACON S.r.l.

Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Verificato:	Approvato:
12/12/2022	0	PRIMA EMISSIONE	A. NUNZIATI	N. SARACA	N. SARACA

INDICE:

<b>1.</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>IMPIANTO DI DRENAGGIO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Definizione degli afflussi meteorici .....</b>	<b>6</b>
2.1.1	<i>Tempo di corrivazione area di studio.....</i>	6
2.1.2	<i>Determinazione del clima pluviometrico e della curva di possibilità pluviometrica secondo la procedura VA.PI. ....</i>	6
<b>2.2</b>	<b>Rete di Smaltimento Acque Meteoriche Di Piattaforma.....</b>	<b>10</b>
2.2.1	<i>Dimensionamento del sistema di drenaggio di piattaforma .....</i>	10
2.2.2	<i>Capacità di smaltimento dei collettori.....</i>	11
2.2.3	<i>Impianto disoleatore e dissabbiatore.....</i>	13
<b>3.</b>	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>14</b>
3.1	Premessa.....	14
3.2	Normativa di Riferimento .....	15
3.3	Requisiti dell'Impianto .....	16
3.3.1	<i>Aspetti illuminotecnici .....</i>	16
3.3.2	<i>Calcoli illuminotecnici.....</i>	16
3.3.3	<i>Individuazione singoli fattori .....</i>	17
3.4	Risultati Ottenuti .....	18

## 1. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

In seguito all'adozione, da parte dell' AdSP, di una nuova distribuzione delle funzioni interne al porto nell'ambito di un processo di revisione interna del PRP, che vede il futuro trasferimento dei servizi portuali all'interno della nuova darsena servizi, sarà possibile riservare il bacino storico esclusivamente alla nautica da diporto, senza più alcuna necessità di collegamento dello stesso con il bacino del porto commerciale.

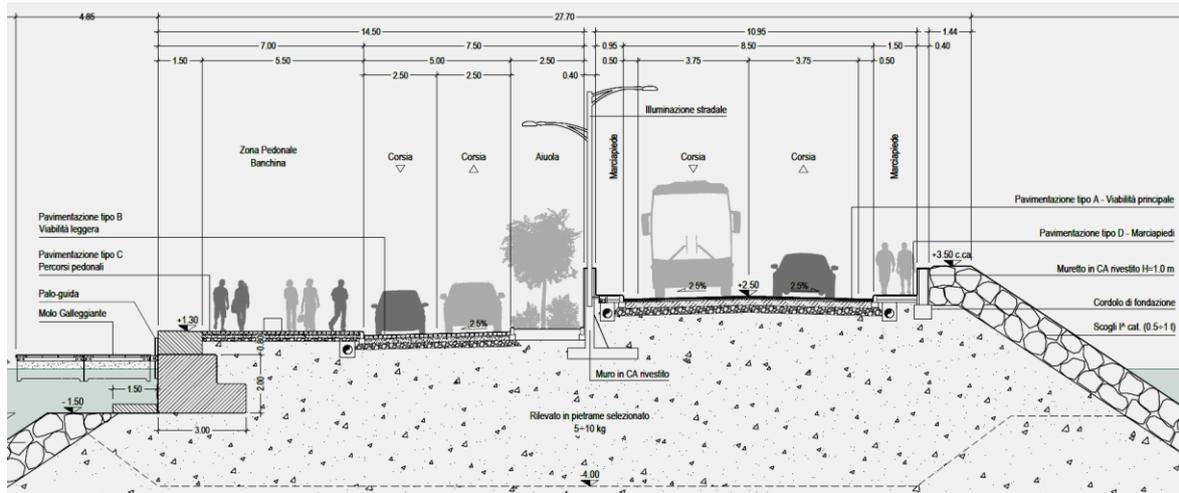
Superata l'esigenza di dover necessariamente mantenere un canale navigabile di interconnessione tra i due bacini, si è optato la soluzione progettuale caratterizzata dal minor costo realizzativo, rappresentata dalla realizzazione di un'opera a gettata in pietrame e materiale lapideo.

In riferimento alle caratteristiche generali dell'opera (cfr. Figura 1), il collegamento viario tra il molo Vespucci e l'Antemurale Traiano, avente uno sviluppo lineare di circa 190 m, sarà realizzato mediante due distinte carreggiate affiancate : una, di larghezza pari ad 8,5 m, destinata alla viabilità da e per gli attracchi del terminal crocieristico (ubicato sul lato Nord) e l'altra, di larghezza pari a 5 m, di servizio all'ambito diportistico lato porto storico (lato Sud). Le due carreggiate, poste a quota differente, sono separate da un muro di contenimento del dislivello, al di sopra del quale è installata una recinzione continua per il corretto confinamento delle funzioni portuali rientranti all'interno dell'area doganale.

Per quanto riguarda l'area a servizio del bacino diportistico, oltre ad una viabilità leggera a doppio senso di circolazione, avente unicamente la funzione di poter consentire ai diportisti di effettuare temporanee operazioni di carico e scarico di materiale ed attrezzature, essa è caratterizzata dalla presenza di limitate aree di sosta intervallate da aiuole e da un'ampia zona pedonale adiacente alla zona di banchina (cfr. Figura 2).

Lungo la banchina, in posizione baricentrica rispetto alle zone di parcheggio, sono posizionate passerelle di accesso al sottostante pontile galleggiante di attracco dei natanti, collegato alla banchina per mezzo di cursori liberi di scorrere verticalmente lungo profilati guida fissati sul fronte banchina.





**Figura 2 : Organizzazione della sovrastruttura**

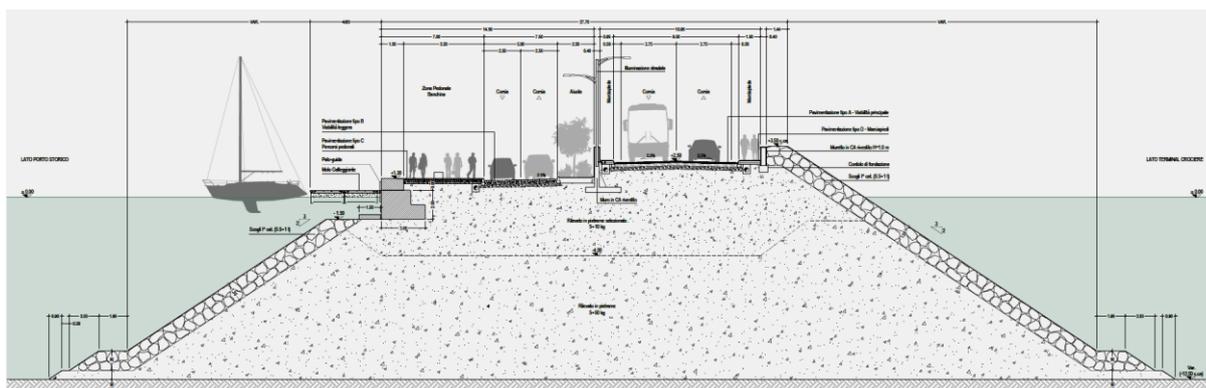
Le sopradescritte aree funzionali, rappresentano la parte sommitale della struttura marittima di collegamento tra il Molo Vespucci e l'Antemurale Traiano, realizzata come detto attraverso una vera e propria diga a gettata (cfr. Figura 3).

In particolare l'opera è composta da un nucleo in pietrame protetto esternamente da una mantellata in massi naturali di 1° categoria in doppio strato posti con una pendenza 2 su 3. Il nucleo in pietrame presenta un assortimento differenziato, ovvero 5÷50 kg sino a quota -4.0 m s.l.m. e 5÷10 kg a quota superiore, al fine di ottimizzare l'efficacia degli interventi di vibrocompattazione profonda previsti al fine di anticipare gli assestamenti dell'opera.

Il lato rivolto verso la darsena ad uso diportistico, presenta una struttura per il banchinamento composta da elementi prefabbricati in c.a. a sezione gradonata aventi dimensioni trasversali pari a 3.0 m di larghezza per 2.0 m di altezza, per una lunghezza longitudinale di 6.0 m e sagomati con apposite selle di larghezza 50 cm ed altezza 1.0 m in grado di facilitarne la collocazione in opera e limitare gli effetti di eventuali disuniformità nel piano di appoggio.

La struttura di banchina, imbasata ad una profondità di -1.50 m s.l.m., è completata da un massiccio in cls gettato in opera di larghezza pari a 1.50 m ed altezza 0.80 m, che fissa il piano di banchina a quota +1.30 m s.l.m per una fruizione ottimale dei servizi diportistici.

Sul lato opposto, ovvero quello a diretto contatto con il bacino crocieristico, la scogliera di protezione è estesa al di sopra del livello marino sino a quota +3.50 m s.l.m, con funzione di protezione del rilevato stradale.



**Figura 3 : Sezione tipo dell'intervento**

Per assicurare la sua corretta funzionalità, l'infrastruttura è corredata dalle seguenti dotazioni impiantistiche :

- Impianto di drenaggio con trattamento di disoleazione della prima pioggia;
- Impianto di illuminazione della rete viaria.

Per quanto riguarda l'impianto di drenaggio delle acque meteoriche, la raccolta delle acque di piattaforma, avverrà lungo la linea dei cigli stradali per mezzo di caditoie a bocca di lupo, poste ad interasse di 25 metri lungo la carreggiata lato Porto Navi da Crociera (su entrambe i lati della strada) e di 15 metri per quanto riguarda la carreggiata lato porto turistico (poste su di un unico lato), che raccoglieranno sia le acque defluenti dalla piattaforma stradale sia le acque defluenti dalle banchine pedonali.

L'acqua raccolta, per mezzo delle tubazioni poste sotto agli elementi di raccolta superficiale, sarà quindi convogliata all'interno di impianti disoleatori-dissabbiatori, che assicureranno la separazione degli eventuali oli, idrocarburi e sabbie raccolti in piattaforma, prima dello scarico diretto in mare delle acque raccolte e depurate.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i criteri ed i calcoli di dimensionamento delle differenti componenti dell'opera (strutturali ed impiantistiche).

## 2. IMPIANTO DI DRENAGGIO

### 2.1 Definizione degli afflussi meteorici

Lo studio idrologico è stato effettuato al fine di determinare le altezze di pioggia funzionali al dimensionamento degli elementi di drenaggio delle nuove superfici previste da progetto. La rete di smaltimento prevede una raccolta e collettamento delle acque meteoriche della piattaforma stradale comprese tra le sezioni S-01 e S-11 dalla planimetria di progetto.

#### 2.1.1 Tempo di corrivazione area di studio

Per una fognatura urbana il tempo di corrivazione,  $t_c$ , può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato le pendenze trasversali e longitudinali della piattaforma e dei punti di scarico.

Per determinare il tempo di corrivazione  $t_c$  si deve fare riferimento alla somma.

$$T_c = T_a + T_r$$

dove  $t_a$  è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e  $t_r$  è il tempo di rete.

Il tempo di acceso  $t_a$  varia con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello dei drenaggi minori, tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è generalmente compreso entro l'intervallo di 5÷10 minuti, dove i valori più bassi sono relativi alle aree di minore estensione, di maggiore pendenza e i valori più alti.

Per la simulazione dell'evento di pioggia critico relativo alle caratteristiche dell'area di studio, sono stati presi in considerazione i seguenti valori:

$$T_{c, \text{area studio}} = T_a + T_r = 10 \text{ min}$$

con  $t_a$  tempo di accesso in rete pari a 5 minuti e  $t_r$  tempo di percorrenza della rete pari a 5 minuti

#### 2.1.2 Determinazione del clima pluviometrico e della curva di possibilità pluviometrica secondo la procedura VA.PI.

La regionalizzazione delle piogge intense è stata svolta su un'ampia fascia dell'Italia Centrale, comprendente tra l'altro, tutti i bacini dell'Ex Compartimento di Roma del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, ossia il bacino del Tevere e i bacini minori con foce lungo il litorale del Lazio (Calenda e al. 1994; Calenda e Cosentino, 1996).

Lo studio si articola in tre fasi: nella prima fase sono stati regionalizzati i massimi annuali delle piogge giornaliere; nella seconda la regionalizzazione è stata estesa alle relazioni intensità-durata-frequenza. Nella terza fase, infine, si è proceduto alla regionalizzazione delle piogge di breve durata e massima intensità.

Per garantire l'omogeneità e la confrontabilità dei risultati a livello nazionale è stato adottato il modello regionale TCEV, modificato al terzo livello attraverso l'introduzione di un modello a tre parametri per la valutazione delle piogge intense.

#### Primo livello di regionalizzazione:

Il territorio è stato quindi suddiviso in tre regioni(zone) omogenee, che si potrebbero definire: regione tirrenica (regione A, con 154 stazioni), regione appenninica (regione B, con 353 stazioni) e regione adriatica (regione C, con 120 stazioni). I valori regionali dei parametri e sono riportati nella seguente Tabella 1.

Tabella 1 –Parametri del primo livello di regionalizzazione

Regione	$\Lambda^*$	$\Theta^*$
<b>A</b>	0,174	3,490
<b>B</b>	0,762	1,241
<b>C</b>	0.795	2,402

Secondo livello di regionalizzazione:

Al secondo livello di regionalizzazione sono state considerate le stesse tre regioni individuate al primo livello. L'ipotesi che ciascuna fosse omogenea anche rispetto al coefficiente di variazione è risultata accettabile.

I valori regionali dei parametri  $\Lambda_1$  e  $\beta$  sono riportati nella Tabella 2

Tabella 2 - Parametri del secondo livello di regionalizzazione

Regione	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
$\Lambda_1$	29,314	22,017	27,806
$\beta$	4,480	4,359	5,301

Terzo livello di regionalizzazione:

Al terzo livello di regionalizzazione si ipotizza che la media dell'altezza giornaliera  $\mu_{hd}$  dipenda linearmente alla sola quota  $z$  della stazione, secondo la seguente:

$$\mu_{hd} = cz + d$$

All'interno della regione considerata sono individuate 78 sottozone in cui i parametri della regressione e il coefficiente di correlazione assumono i valori indicati nelle successive tabelle.

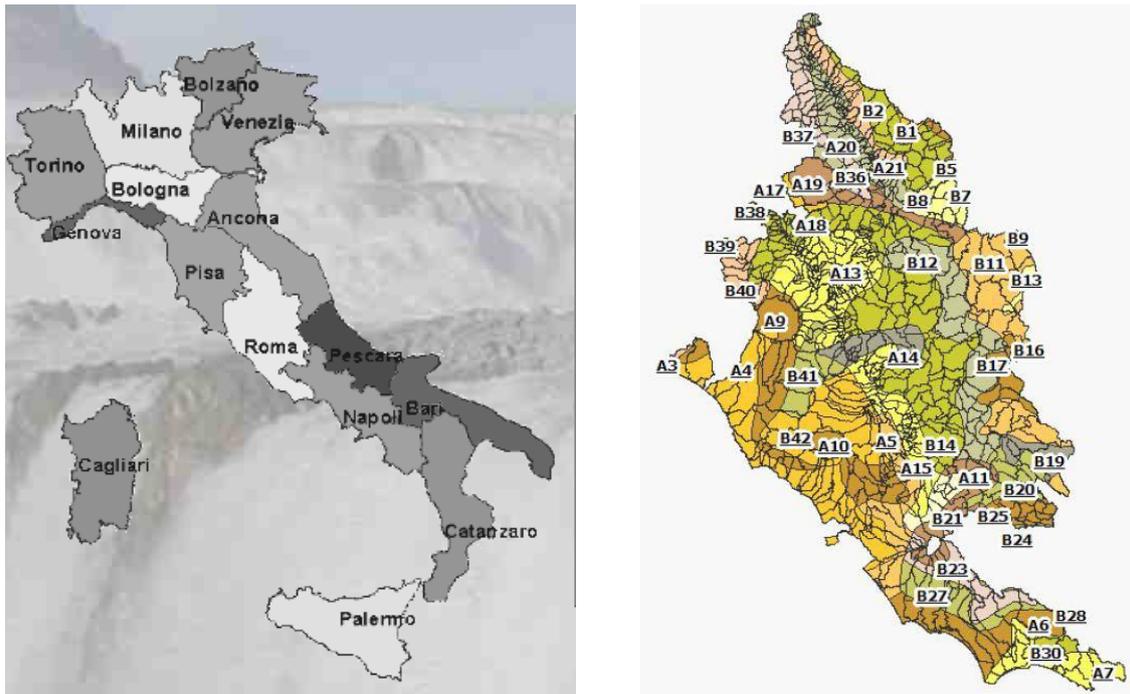


Figura 4 - Suddivisione dei compartimenti italiani del Progetto VA.PI, e particolare della zona di Roma

L'area in esame ricade nella zona A, e nello specifico nella sottozona A 4, come riportato nella seguente figura.



Figura 5 - Inquadramento dell'area di intervento relativa al comune di Civitavecchia (RM), riquadro rosso, nell'ambito delle sottozone del progetto VA.PI

Nel presente studio, per il calcolo delle curve di possibilità pluviometrica, in accordo con la procedura VA.PI., si è ricorso alla curva di caso critico a tre parametri:

$$i(\delta) = \frac{a_i}{(b + \delta)^m}$$

in cui a, b ed m sono i parametri, con a variabile in funzione dell'ordine del caso critico, b ed m costanti per tutti i casi critici, determinati dalla procedura VA.PI. Per la sottozona A4 e la quota di 0,00 – 3,00 m .s.l.m. (corrispondente alla quota dell'area di studio) si sono ottenuti dei valori di b= 0.1703, m=0.7881, attraverso l'applicazione dei coefficienti di crescita funzione dei tempi di ritorno relativi alla zona A è stato possibile costruire le curve di possibilità pluviometrica.

Tabella 3 –coefficiente probabilistico di crescita KT per le piogge giornaliere, per alcuni valori di tempo di ritorno Tr

Tr_(anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K <sub>T</sub> (SZOA)	0.89	1.22	1.49	1.84	1.97	2.29	2.45	2.98	3.52	4.23	4.77

Nel caso di piogge di breve durata, la regolarizzazione avviene attraverso il passaggio delle

altezze ricavate dai rapporti  $r$   $\delta$  desunto dallo studio delle piogge intense della stazione pluviometrica di Roma (Macao).

Per la progettazione degli elementi di drenaggio delle piattaforma stradale previste da progetto è stata considerata un'intensità di pioggia corrispondente ad un evento meteorico con tempo di ritorno 25 anni ed una durata dell'evento pluviometrico pari al tempo di corrivazione stimato di 10 minuti per i collettori l'intensità di pioggia relativa al drenaggio dei collettori sarà  $i = 176.64$  mm/h

TR = 25 anni	a=	80.3
	n=	0.56

## 2.2 Rete di Smaltimento Acque Meteoriche Di Piattaforma

Lo studio è finalizzato al dimensionamento della sezione di deflusso degli elementi di drenaggio di piattaforma nel quale convergono le acque di piattaforma.

Relativamente ai requisiti idraulici nei confronti delle tubazioni in oggetto, la sezione di deflusso complessiva dei collettori, deve consentire lo smaltimento della portata di progetto con un grado di riempimento non superiore al 70% della sezione totale.

### 2.2.1 Dimensionamento del sistema di drenaggio di piattaforma

Nei paragrafi successivi si riportano i criteri generali di dimensionamento e le verifiche degli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio delle acque.

La conformazione della piattaforma stradale consente il deflusso delle acque meteoriche verso i margini della carreggiata stradale, la livelletta stradale è orizzontale, il deflusso avverrà solo lungo le pendenze trasversali della piattaforma.

L'acqua di piattaforma verrà raccolta e convogliata all'interno delle tubazioni poste sotto agli elementi di raccolta superficiale che a loro volta recapiteranno le acque all'interno di un impianto disoleatore-dissabbiatore che permetterà la separazioni di oli ,idrocarburi e sabbie raccolti in piattaforma dai deflussi e consentirà lo scarico dell'acqua raccolta depurata direttamente in mare.

La raccolta avviene in piattaforma, lungo il ciglio esterno attraverso caditoie a bocca di lupo di larghezza  $L=35$  cm, l'interasse è di 25 metri per la carreggiata lato Porto Navi da Crociera e sono posto sia sul ciglio destro che sul sinistro. Per quanto riguarda la carreggiata lato porto Turistico, l'interasse delle bocche di lupo è posto a 15 metri, e saranno distribuite lungo il ciglio sx, esse raccoglieranno sia le acque defluenti dalla piattaforma stradale sia le acque defluenti dalla banchina pedonale.

Le caditoie a bocca di lupo saranno collegate sul fondo con tubazioni in PEAD PN 16 - SDR 11 diametro DN=315mm, a loro volta le acque raccolte per ogni tratto di piattaforma verranno recapitate tramite pozzetti di collegamento alle tubazioni in PEAD di diametro maggiore che permetteranno il recapito verso l'impianto disoleatore, il diametro di progetto di tali tubazioni è DN=400 mm.

### 2.2.2 Capacità di smaltimento dei collettori

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno  $T_r$  nel caso nostro considerato di 25 anni per i collettori di piattaforma, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto partendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l'area drenata e il tempo di corrivazione. Il calcolo del deflusso sostenuto dalla condotta è eseguito mediante la formula di Chezy precedentemente descritta.

Per il calcolo delle portate è stato utilizzato il metodo razionale. La formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione  $t_c$  (tutto il bacino contribuisce alla determinazione della portata):

$$Q_{max} = \frac{\varphi \cdot A \cdot I}{3600}$$

dove:

$Q_{max}$  è la portata massima espressa in l/s

$A$  è la superficie del bacino tributario in mq (tronco di piattaforma interessato dal deflusso)

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio delle superfici tributarie, per la piattaforma stradale è stato assegnato un coefficiente di deflusso pari a 0.9.

$I$  è l'altezza di precipitazione (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione  $t_c$

$t_c$  è il tempo di corrivazione in ore calcolato nel seguente modo:  $t_c = L/v/3600 + t_a$  essendo  $L$  la lunghezza dell'asta principale del bacino,  $v$  la velocità media di scorrimento lungo l'asta e  $t_a$  è il tempo d'accesso in rete fissato a 5 minuti. Per il caso in esame è stata presa di riferimento il solo tempo di accesso alla rete in maniera cautelativa.

I collettori presenti all'interno del sistema sono inseriti sia longitudinalmente alla strada sia trasversalmente nei tratti dove vi è necessità e possibilità di scarico presso un corpo idrico recettore.

La verifica per il dimensionamento dei collettori, viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore, sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy, riportata nell'equazione seguente:

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

Dove  $\chi$  rappresenta il coefficiente di attrito dato dal prodotto  $\chi = k_s \cdot R^{1/6}$  dove il coefficiente di scabrezza  $k_s$  è assunto pari a  $k_s = 100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le tubazioni in PEAD, 85 per tubazioni usurate. Fissati un coefficiente di scabrezza  $k_s$  e una pendenza longitudinale  $i$  dovuta alla pendenza longitudinale del ciglio stradale, si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto.

La verifica consisterà nel rispettare le seguenti condizioni:

- $h/D < 0,70$  il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,70.
- $0,60 < v_{eff} < 5,00 \text{ m/s}$ , relazione valida per le fognature bianche e miste.

Si riportano di seguito le verifiche effettuate lungo la rete, per la collocazione dei tratti si fa riferimento a quanto riportato nella tavola contenente la planimetria idraulica:

Tabella 9 - verifica collettori smaltimento acque di piattaforma Lato molo Vespucci

Drenaggio di piattaforma Lato molo Vespucci				Lunghezza tronco	Larghezza Carreggiata	Pendenza	Superficie equivalente	Portata	Velocità della corrente	Diametro nominale		Grado di riempimento
				L	Lc	i	S <sub>tot, eq</sub>	Q	v	D <sub>esterno</sub>	D <sub>interno</sub>	GR
LATO	Corsia	SEZ in	SEZ out	m	m	m/m	m2	l/s	m/s		mm	%
Porto Crociere	DX + marciapiede	1	3	15	5.25	0.010	79	3.864	0.73	315	257.80	16
Porto Crociere	DX + marciapiede	6	3	15	5.25	0.010	79	3.864	0.73	315	257.80	16
Porto Crociere	SX	1	3	15	3.75	0.010	56	2.760	0.66	315	257.80	13
Porto Crociere	SX	6	3	15	3.75	0.010	56	2.760	0.66	315	257.80	13
Porto Turistico	unica + banchina pedonale	1	3	15	10.5	0.010	274	13.420	1.05	315	257.80	29
Porto turistico	unica + banchina pedonale	6	3	15	10.5	0.010	274	13.420	1.05	315	257.80	29
Collegamento Disoleatore lato Molo Vespucci		1	2			0.010		40.089	1.40	400	327.40	37

Tabella 10 - verifica collettori smaltimento acque di piattaforma nel Lato antimurale C.Colombo

Drenaggio di piattaforma Lato antimurale C.Colombo				Lunghezza tronco	Larghezza Carreggiata	Pendenza	Superficie equivalente	Portata	Velocità della corrente	Diametro nominale		Grado di riempimento
				L	Lc	i	S <sub>tot, eq</sub>	Q	v	D <sub>esterno</sub>	D <sub>interno</sub>	GR
LATO	Corsia	SEZ in	SEZ out	m	m	m/m	m2	l/s	m/s		mm	%
Porto Crociere	DX + marciapiede	11	8.5	40	5.25	0.010	79	10.304	0.97	315	257.80	26
Porto Crociere	DX + marciapiede	6	8.5	37	5.25	0.010	79	9.531	0.95	315	257.80	25
Porto Crociere	SX	11	8.5	40	3.75	0.010	56	7.360	0.88	315	257.80	22
Porto Crociere	SX	6	8.5	37	3.75	0.010	56	6.808	0.86	315	257.80	21
Porto Turistico	unica + banchina pedonale	11	8.5	40	10.5	0.010	274	29.146	1.30	315	257.80	45
Porto turistico	unica + banchina pedonale	6	8.5	37	10.5	0.010	274	27.601	1.28	315	257.80	43
Collegamento Disoleatore lato Molo Vespucci		1	2			0.010		90.752	1.72	400	327.40	60

### 2.2.3 Impianto disoleatore e dissabbiatore

Gli impianti disoleatori-dissabbiatori, impiegati per separare oli minerali, idrocarburi leggere, morchie, sabbie e terricci dalle acque di scarico di piazzali, parcheggi e strade, stazioni di rifornimento carburanti, stazioni autobus, e in tutti gli altri luoghi nei quali si verifica lo scarico di oli minerali, morchie grasse e sabbie misti ad acqua.

L'Impianto Disoleatore è composto da una vasca (o più vasche) a pianta circolare, quadrata o rettangolare, comprendenti i vani:

- vano di sedimentazione, dove avviene la separazione per decantazione dei fanghi pesanti (sabbie e terricci).
- vano di disoleazione gravimetrica, dove avviene la separazione per gravità dei liquidi leggeri (oli minerali, idrocarburi in genere); gli stessi, risalenti in superficie vasca verranno con azione immediata catturati e trattenuti da speciali filtri oleoassorbenti (filtri cuscinetti adsorbenti, a ricambio periodico, idrorepellenti, in grado di catturare e trattenere ognuno fino a 5 kg di oli minerali/idrocarburi).
- vano di filtrazione, dove a mezzo di filtro a coalescenza (costruito in poliestere a canali aperti) avviene la separazione degli oli minerali ed idrocarburi residui.

Per il dimensionamento del disoleatore ci si è basati sui riferimenti dimensionali forniti da produttori nel settore, la superficie da trattare è circa 2000 m<sup>2</sup> per il tratto idraulico lato molo Vespucci, e di circa 2400 m<sup>2</sup> per il tratto idraulico lato Antimurale C.Colombo.

### **3. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

#### **3.1 Premessa**

La presente relazione ha per oggetto la progettazione illuminotecnica dell'impianto di pubblica illuminazione del tratto stradale di collegamento tra il Molo Vespucci ed l'Antemurale Traiano del porto di Civitavecchia (RM).

L'impianto di illuminazione del molo fa parte di un intervento funzionale complessivo costituito da altre opere ma in questa sede si provvede a definire quanto necessario per la completa definizione tecnica sia delle esigenze illuminotecniche che di dimensionamento elettrico.

Gli elementi tecnici che di seguito si rappresentano saranno comunque assunti per l'intero tratto stradale che si determinerà avvertendo che in tale sede si provvederà al coordinamento dei dimensionamenti eseguendo in contemporanea per tutti i tratti stradali individuati l'impianto di illuminazione del tratto di collegamento.

Da tale quadro scaturisce il presente progetto, che in ogni caso pur non potendo ora definire il posizionamento del o dei quadri elettrici si dimensionano correttamente gli impianti di distribuzione ed i livelli di illuminamento.

A tale scopo si è proceduto allo studio dei fattori illuminotecnici integrato con le esigenze relative al consumo energetico da un lato e dall'altro ad un attento studio della parte elettrica tenendo sempre presente l'inserimento della tratta di cui ci si occupa nell'intero progetto generale di cui sopra.

Per la parte caratterizzante l'impianto sia dal punto di vista dell'illuminotecnica che elettrica si è fatto riferimento alla normativa UNI di settore , alle norme CEI in materia di impianti elettrici.

### 3.2 Normativa di Riferimento

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti di cui trattasi; ad essi pertanto si è prestata particolare attenzione nel presente lavoro:

#### Leggi, Decreti e Direttive

- D. Leg.vo n. 285 – “Nuovo Codice della Strada”
- Legge Regionale 7 Agosto 2009 n°17 – “Nuove norme per il contenimento dell’inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell’illuminazione per esterni e per la tutela dell’ambiente e dell’attività svolta dagli osservatori astronomici” nel seguito indicata sinteticamente con “LR n.17/09”

#### Norme CEI

- CEI 0-21 2011 I Ed. Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- Norma CEI 17-5 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”
- Norma CEI 17-13 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”
- Norma CEI 23-31 - “Canali metallici portacavi e porta apparecchi. Apparecchiature costruite in fabbrica – ACF”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”

#### Norme UNI

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- UNI 11248 - “Illuminazione stradale selezione delle categorie illuminotecniche”
- UNI EN 13201-2:2015 - “Illuminazione stradale parte 2: Requisiti prestazionali”
- UNI EN 13201-3:2015 - “Illuminazione stradale parte 3: Calcolo delle prestazioni”

### 3.3 Requisiti dell'Impianto

L'impianto d'illuminazione di cui ci si occupa soddisfa i requisiti elettrici ed illuminotecnici sia nella considerazione di funzionamento autonomo che inserito in una tratta complessiva.

L'impianto gode di 3 gradi di libertà, interasse tra il palo considerato e quello successivo, l'altezza del punto luce dal piano strada e la potenza nominale della lampada.

Mediamente i punti luce saranno posizionati con interasse di circa 10 ml con disposizione unilaterale sulle corsie di marcia.

L'altezza h della sorgente luminosa sul suolo è stabilita in 7,00 ml per evidenti esigenze di continuità visiva e per assicurare un adeguato illuminamento su tutta l'area coinvolta.

#### 3.3.1 Aspetti illuminotecnici

Per quanto riguarda gli aspetti illuminotecnici il progetto prende in considerazione i seguenti elementi.

- l'illuminamento medio richiesto nella zona interessata;
- l'uniformità di illuminamento sia in senso trasversale sia in senso longitudinale;
- l'altezza h della sorgente luminosa sul suolo;
- l'abbagliamento ed il colore.
- la riduzione consumi energetici e riduzione dell'inquinamento luminoso.

#### 3.3.2 Calcoli illuminotecnici

Per il dimensionamento illuminotecnico dell'impianto, si utilizza il metodo del flusso totale.

Il flusso luminoso di una singola lampada per ottenere i valori desiderati dell'illuminamento, viene calcolato con la seguente formula:

$$F = E \cdot S / K \cdot D1 \cdot D2$$

Dove:

F = flusso luminoso di una singola lampada lumen (lm)

E = illuminamento medio richiesta sulla carreggiata in lux

S = superficie stradale relativa al singolo centro luminoso, in mq

K = fattore di utilizzazione

D1= coefficiente di decadimento del flusso luminoso emesso dalla lampada

D2= coefficiente di manutenzione per decadimento delle ottiche dell'apparecchio di illuminazione.

### 3.3.3 Individuazione singoli fattori

La superficie (S) relativa alla carreggiata stradale di competenza del singolo punto luce è data dal prodotto della larghezza stradale per la distanza tra due centri luminosi.

Il fattore K che rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso incidente sulla carreggiata stradale ed il flusso totale emesso dalla lampada viene determinato dalle schede tecniche fornite dalle case produttrici. In considerazione delle sempre più forti caratteristiche performanti degli apparecchi di illuminamento si individua un valore di K pari a 0,40 generalmente ottenibile dagli apparecchi a basso inquinamento luminoso.

Il coefficiente di decadimento D1 tiene conto della diminuzione nel tempo del flusso luminoso emesso dalle lampade. Nel caso in questione in via del tutto peggiorative è stato considerato un valore pari a 0,67.

Il coefficiente di manutenzione D2 tiene conto della riduzione del rendimento luminoso degli apparecchi di illuminazione per effetto dell'insudiciamento delle ottiche e del deperimento dei riflettori. Il valore di tale coefficiente viene dato generalmente tra 0,75 e 0,85 a seconda delle varie tipologie di apparecchi ed i valori più alti si hanno per gli apparecchi a basso inquinamento luminoso. Nel caso in questione si è assunto un valore pari a 0,80.

I valori assunti per D1 e D2 sono prudenziali perché connessi alla effettiva azione manutentiva e di pulizia che purtroppo per tante ragioni non sempre viene eseguita con continuità.

Per il caso in esame tenuto anche conto delle esigenze di risparmio energetico a parità di sicurezza nel percorrere il tratto stradale di interesse nelle ore notturne, si è optato per l'utilizzo di apparecchi illuminanti in linea a vetro piano orizzontale (che permette di emettere una intensità luminosa massima di 0 cd/Klm a 90° ed oltre) con fascio luminoso asimmetrico in modo che con il sistema unifilare dei punti luce consente di illuminare l'intero tratto senza dispersioni e/o luminanza verso l'alto

I corpi illuminanti saranno montati in testa su pali in acciaio doppio braccio asimmetrici di altezza pari a 7.00 ml con interasse di 10 ml con armature adeguate di protezione IP 65 con lampade LED che consentono un risparmio energetico importante in relazione a qualsiasi altra soluzione di uso comune grazie alla loro migliore efficienza luminosa.

Il presente calcolo illuminotecnico ha assunto un riferimento valido per l'intero impianto di illuminazione pubblica che assumerà i dati elaborati con la presente relazione.

### 3.4 Risultati Ottenuti

La nostra viabilità è una strada urbana di quartiere appartenente quindi alla tipologia E con categoria illuminotecnica di riferimento M4, come illustrato nella seguente tabella tratta dalla Norma UNI 11248

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>5</sup> )	70-90	ME3a
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>2</sup> )	70-90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME4b
		30	S3
	Strade locali urbane	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali	30	CE4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
	Strade locali interzonali	50	
		30	
	Piste ciclabili <sup>6</sup>	Non dichiarato	S3
	Strade a destinazione particolare <sup>7</sup>	30	

Classificata la tipologia di strada, come illustrato nel capoverso precedente, ne associamo i valori illuminotecnici da rispettare richiesti dalla normativa UNI 13201-2 e riportati nella tabella seguente:

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] $cd \times m^2$	$U_o$ [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{E1}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale ( $U_l$ ) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna  $f_{T1}$  sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

**Figura 3 – Categorie illuminotecniche M e prestazioni previste dalla norma UNI EN 13201-2**

Nel caso in questione i valori illuminotecnici sono ampiamente verificati come riportato nel calcolo illuminotecnico allegato alla presente relazione.