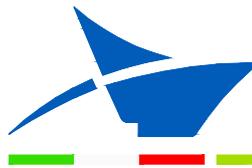




# COMUNE DI CIVITAVECCHIA



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Tirreno Centro Settentrionale

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

COMMITTENTE:

## ROMA MARINA YACHTING

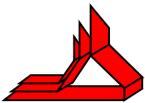


R M Y

Via Alessandro Cialdi, 4 - 00053 Civitavecchia  
Tel. 0766 366566 Fax 0766 366565  
E-mail: romamarinayachting@legalmail.it

Roma Marina Yachting S.r.l.  
Il Presidente  
Dr. Guido Azzopardi

PROGETTISTA:



## Rogedil Servizi s.r.l.

Via Ada Negri, 66 - 00137 ROMA  
Tel. 06 82002948 Fax 06 82097772  
email: servizi@rogedil.com

ROGEDIL Servizi S.r.l.  
Il Presidente

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Franco PORTOGHESI



PROGETTO:

## REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA

### PROGETTO DEFINITIVO

**CONFERENZA DEI SERVIZI - ai sensi dell'art. 6 del D.P.R. n° 509/1997**

N° progetto	Commessa	N° progr.	N° elaborato	Rev	Cap	Tip
003 19	CIV RMY D	105	008 0	0	E	I

OPERE IMPIANTISTICHE  
FLUIDOMECCANICHE

OGGETTO:

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI  
ASPIRAZIONE REFLUI  
E TUBAZIONI FOGNARIE

Scala	Plot	File	Redatto	Controllato	Approvato
-	1=1	00319CIVRMYD10500800EI		Ing. GUERRA	Ing. PORTOGHESI
	Dim	Tipo DOC			

	DATA	REV	DESCRIZIONE	CODICE
P	MARZO 2016	0	Emissione per richiesta concessione demaniale	04/16
	AGOSTO 2018	1	Emissione per adeguamento prescrizioni	16/18
D	APRILE 2019	0	Emissione per approvazione Enti	03/19

## **INDICE**

1.	INTRODUZIONE.....	2
2.	IMPIANTI DI ASPIRAZIONE .....	2
2.1.	Impianto esistente a servizio banchine 6 e 7 .....	8
2.2.	Impianto esistente a servizio banchina 3 .....	10
2.3.	Nuovo impianto a servizio banchina 2 .....	11
2.4.	Dimensionamento dell'impianto .....	11
3.	IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE.....	15
3.1.	Edificio Servizi – banchina 2 S.Teofanio.....	15
3.2.	Edificio Direzionale Polifunzionale – banchina 7 Guglielmotti.....	17
4.	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO .....	20
4.1.	Banchina 2 – S.Teofanio .....	22

## **1. INTRODUZIONE**

Le opere di alla progettazione definitiva riguardano la “Realizzazione di un approdo turistico all'interno del porto di Civitavecchia”.

L’area oggetto di intervento ricade quindi nell’ambito portuale di Civitavecchia e comprende la porzione di territorio che va dalla banchina 7 al Porto Storico, interessando le banchine 7 “Guglielmotti”, 6 “Michelangelo”, 5 “Bernini, 4 “Sardegna”; 3 “Principe Tommaso”; 2 “S.Teofanio”.

Le opere sono previste suddivise in due fasi: la prima fase ricomprende la stragrande maggioranza delle opere; la seconda fase interessa unicamente la banchina 3 “Principe Tommaso.

Il progetto, nella configurazione finale, prevede la realizzazione di un approdo turistico su una superficie di 102.000 circa m<sup>2</sup> destinato a 151 imbarcazioni; le unità da diporto saranno collocate su uno specchio acqueo di circa 83.000 m<sup>2</sup>; nei 18.000 m<sup>2</sup> di aree a terra trovano collocazione i fabbricati necessari all'esercizio dell'attività quali: fabbricato uffici, guardiania e fabbricato servizi. L’approdo turistico, oltre agli impianti fognari tradizionali, è dotato degli impianti di aspirazione dei reflui e delle acque di sentina; tali servizi verranno erogati esclusivamente in banchina a favore delle imbarcazioni.

L’intervento in oggetto si inserisce in una parte di porto sulla quale l'Autorità di Sistema Portuale ha già provveduto alla ristrutturazione di una ampia area, con funzioni proprie delle marine turistiche, che ha interessato le banchine 7 e 6. Tali banchine risultano pertanto già dotate degli impianti di aspirazione dei reflui e delle acque di sentina, le relative centrali del vuoto sono collocate in un fabbricato tecnico interrato denominato “polo tecnologico”.

Sulla restante parte dell'approdo, in analogia a quanto già in essere sulle banchine 7 e 6, si prevede la realizzazione di due nuovi impianti del vuoto per dare medesima operatività alle banchine 2, 3 e 4; per le parti esistenti della banchina 7 vengono previste alcune opere per implementare il servizio anche in testa alla banchina.

Per i due nuovi edifici vengono previsti due distinti impianti fognari tradizionali che recapiteranno in pozzetti di sollevamento per il rilancio dei reflui verso i punti di collegamento con la pubblica fognatura gestita da S.E.PORT.

## **2. IMPIANTI DI ASPIRAZIONE**

Per la raccolta dei reflui portuali verrà quindi realizzata una rete fognaria “in depressione” capace di aspirare le acque reflue dai serbatoi a bordo delle imbarcazioni. A tale rete ne sarà affiancata una seconda, sempre in depressione, per la raccolta delle acque di sentina.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

Vengono previste due reti ed impianti del vuoto distinti per via delle caratteristiche dei reflui: i primi “acque nere” vengono assimilati alle acque residenziali per cui al termine del processo di aspirazione possono essere trasferiti alla pubblica fognatura; i secondi, “acque di sentina”, ricchi di cloruri e olii/idrocarburi emulsionati non possono essere tradotti alla pubblica fognatura per cui verranno raccolti in apposite cisterne per poi essere allontanate come rifiuto liquido attraverso ditte specificatamente autorizzate allo smaltimento.

Tali impianti recepiscono le direttive di cui alla normativa D. Lgs. 24 Giugno 2003, n. 182 - Attuazione della direttiva 2000/59/CE relativa agli impianti portuali di raccolta per i rifiuti prodotti dalle navi ed i residui del carico”; compatibilmente con tale norma le imbarcazioni non potranno più scaricare le acque reflue all’interno dei bacini portuali, ma dovranno servirsi degli impianti di aspirazione appositamente predisposti in banchina.

Le norme che regolano gli impianti del vuoto sono la norma tedesca ATV-DVWK-A116 (indicazioni progettuali) e la UNI EN 1091.

L’utilizzo dello scarico in depressione consente l’aspirazione, senza l’ausilio di pompe, mediante una semplice tubazione flessibile, dei reflui contenuti nelle vasche di raccolta a bordo delle imbarcazioni. La tipologia delle fognature sottovuoto offrono anche il vantaggio di ridurre al minimo l’emissione di odori sgradevoli.

Il trasporto dei liquami si basa sull’utilizzo della prevalenza disponibile intesa come differenza di pressione tra l’ambiente atmosferico ed il grado di vuoto creato artificialmente a tale scopo. Per il funzionamento di un impianto in depressione è quindi necessario installare una centrale del vuoto che mantiene un grado di vuoto (solitamente compreso tra circa -0,50 e -0,65 MPa) nel serbatoio e nella rete di tubazioni ad esso collegata grazie all’opera di alcune elettropompe che aspirano l’aria che entra insieme al refluo. Il liquido che transita nelle condutture, trascinato dalla depressione, è recapitato in un volume di stoccaggio posto nel punto terminale della condotta di scarico sottovuoto (serbatoio della centrale del vuoto). Il serbatoio del vuoto è poi dotato delle pompe di scarico che rilanciano il refluo al recapito finale.

I liquami aspirati sono quindi accumulati nel serbatoio in depressione della centrale del vuoto fino al raggiungimento di un livello stabilito, oltrepassando il quale, attraverso un sistema di controllo dei livelli, vengono attivate una o più elettropompe di rilancio (in funzione della portata da smaltire) che provvedono ad inviare i liquami nei recapiti fognari pubblici gestiti dalla Società S.E.Port.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**



*Centrale del vuoto preassemblata*



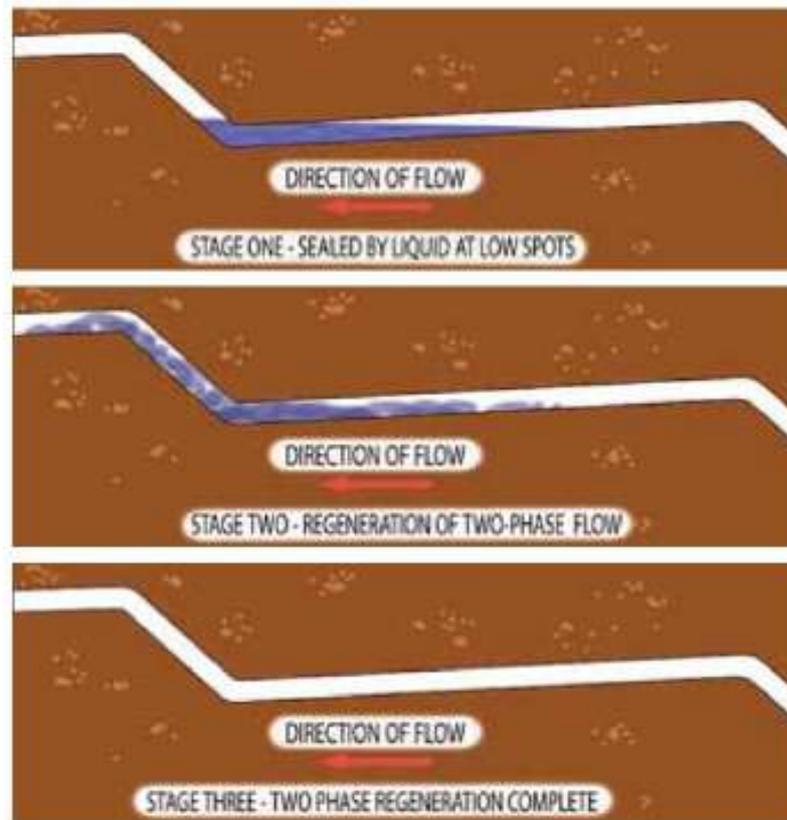
*Scema tipico di una stazione del vuoto*

I “collettori” della rete di raccolta sotto vuoto sono costruiti secondo determinati profili longitudinali aventi conformazione caratteristica “a dente di sega”; la corretta esecuzione dell’andamento a dente di sega è fondamentale per il corretto funzionamento dell’impianto; infatti nei punti più bassi di detto profilo si vengono a formare i “tappi liquidi” che vengono spinti oltre il punto di massima altezza, giungendo per passi successivi alla centrale del vuoto. La pendenza minima delle tubazioni che formano il profilo a dente di sega viene assunta pari a 0,2% per prevenire la sedimentazione dei rifiuti solidi nella rete fognaria e per mantenere una profondità di installazione relativamente costante così da non eccedere nella dimensione dei cunicoli.

L’espedito tecnico (andamento a dente di sega) consiste quindi nel creare delle tasche di trasporto lungo il collettore e ad una distanza di circa 50-75 metri l’una dall’altra, in cui le acque reflue che

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

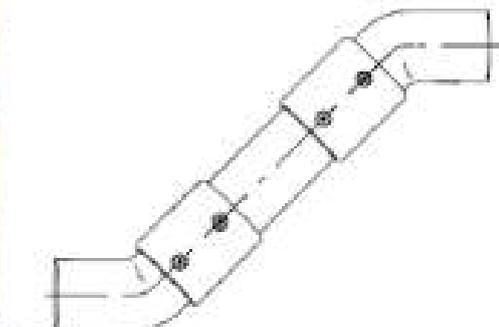
scorrono all'interno della tubazione assumono un potenziale favorevole la cui forma consente di formare i tappi liquidi e conseguente ottenere l'aspirazione dei reflui secondo la sequenza di seguito illustrata.



*Scema di funzionamento*

La linea di fognatura sotto vuoto, prevista in HDPE PN 16, deve essere a tenuta stagna secondo EN 1091; conseguentemente è necessario che i giunti avvengano connessioni saldate per fusione.

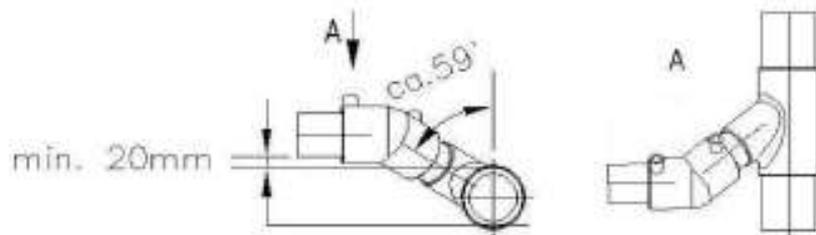
Il tubo tra l'apparecchiatura terminale di aspirazione e il collegamento alla linea principale del vuoto deve essere collegato con ingresso nel collettore dall'alto, così da scongiurare un allagamento della tubazione di derivazione.



*Tipica installazione per la formazione delle tasche di trasporto*

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

La linea di diramazione dovrà essere collegata alla linea principale con un raccordo a Y standard a 45 gradi, che sarà installato secondo la direzione del flusso nella linea principale. Tutte le connessioni di diramazione della fognatura a vuoto devono essere collegate alla linea principale sopra l'asse orizzontale del raccordo di giunzione. La linea di diramazione deve essere inclinata verso il linea principale con una pendenza minima  $\geq 0,2\%$ .



*Innesto della derivazione nella condotta principale*

Nell'ambito del progetto in esame, come detto in precedenza, sono previsti due impianti separati:

*L'impianto di raccolta dei reflui*

Le imbarcazioni di dimensioni medio-piccole hanno serbatoi a bordo serbatoi di raccolta per le acque reflue, ma non sono dotate di proprie pompe di scarico. Le grandi imbarcazioni, oltre ai serbatoi di raccolta per le acque reflue, sono anche dotate di pompe scarico e sono quindi in grado di scaricare le acque reflue pompandole nel sistema fognario a terra. Per tali motivi sono previste due diverse tipologie di punto di aspirazione: a colonnina ed a pozzetto.

- Le colonnine di aspirazione sono atte a recuperare i liquami dai serbatoi delle barche per aspirazione;



- I pozzetti di aspirazione ricevono le portate dalle grandi imbarcazioni che pompano i reflui direttamente nel collettore sottovuoto. Il punto di evacuazione è in grado di aspirare l'acqua con la forza del vuoto. Per via delle alte portate che caratterizzavano questa utenza, durante l'azione di scarico, viene automaticamente attivata una presa d'aria come supporto per il trasporto delle acque reflue, ciò ad evitare l'allagamento della linea di aspirazione. Il pozzetto di aspirazione sarà dotato di una valvola di aspirazione del refluo da 3"- 2"½ e di una valvola di aspirazione dell'aria a membrana 2". Questi particolari pozzetti sono anche dotati di saracinesca per l'isolamento dell'unità e di valvola di non ritorno



L'impianto è quindi costituito da una centrale del vuoto, dalle linee di aspirazione e dai punti di aspirazione. La centrale del vuoto è prevista preassemblata e costituita dalle pompe del vuoto, dal serbatoio del vuoto, dalle pompe di scarico che rilanciano i reflui accumulati verso la pubblica fognatura. Ogni centrale è altresì dotata di un biofiltro che provvede alla deodorizzazione dell'aria aspirata prima dell'espulsione in atmosfera.

#### *L'impianto di raccolta delle acque di sentina*

L'impianto è esclusivamente dedicato unicamente alle colonnine di aspirazione delle acque di sentina delle barche. Il punto di aspirazione è il medesimo delle acque reflue, ovvero nella medesima colonnina sono previsti due bocchettoni di connessione: uno da 1"½ per le acque reflue ed uno da 1"¼ per le acque di sentina.



L'impianto è quindi costituito da un serbatoio del vuoto, dalle linee di aspirazione e dai punti di aspirazione. Il serbatoio del vuoto delle acque di sentina è collegato, per mezzo di tubazioni sommitali, con il serbatoio del vuoto della centrale dedicata alle acque reflue; in pratica il vuoto viene generato per entrambi i serbatoi da un unico pompaggio. Il serbatoio del vuoto è poi dotato di pompe di scarico che rilanciano l'acqua di sentina ad un serbatoio di raccolta per poi essere allontanate, come rifiuto liquido, attraverso ditte specificatamente autorizzate allo smaltimento.

Ogni centrale del vuoto è dotata di un quadro elettrico di controllo che contiene tutti i dispositivi di controllo dei motori e dei relativi sovraccarichi, il circuito di controllo e il contatore di funzionamento di ciascuna pompa del vuoto. Il quadro di controllo contiene anche un touch screen (pannello di controllo) che gestisce tutte le funzioni del sistema ed i vari segnali di allarme come: scatti termici, basso vuoto nella linea, perdita pneumatica nella linea, livelli cisterna, eccessivo riempimento della cisterna, surriscaldamento delle pompe, etc. Tutti questi dati vengono interfacciati per essere gestiti in maniera preferita dal centro di controllo del marina.

### **2.1. Impianto esistente a servizio banchine 6 e 7**

Nelle banchine 6 e 7 sono distribuite 13 colonnine di aspirazione. L'impianto fa capo a due stazioni del vuoto aventi medesime caratteristiche tecniche: una dedicata alle acque reflue ed una dedicata alle acque di sentina. Ogni stazione del vuoto è interconnessa con un serbatoio in polietilene della capacità di 10

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

m<sup>3</sup> dove vengono recapitati i reflui aspirati; pertanto non sono previsti collegamenti con la pubblica fognatura. Le stazioni del vuoto sono collate nell'edificio polo tecnologico.



Nell'ambito del progetto definitivo per questi impianti è previsto:

- Collegamento della stazione del vuoto dedicato alle acque reflue alla pubblica fognatura.
- Implementazione di una colonnina di aspirazione e di un pozzetto di aspirazione per grandi imbarcazioni che vengono collocate alla testa terminale della banchina 7.
- Proseguimento delle tubazioni del vuoto oltre la banchina 6 e fino a raggiungere la banchina 4 "Sardegna" per il collegamento provvisorio di 5 colonnine di aspirazione e di 2 pozzetti di aspirazione per grandi imbarcazioni. Nei lavori di seconda fase è previsto che i terminali di aspirazione vengano poi gestiti dalla centrale del vuoto della banchina 3 "Principe Tommaso".

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

Nella considerazione che i terminali di aspirazione del vuoto saranno utilizzati dal personale tecnico del marina sarà possibile gestire le contemporaneità di utilizzo in funzione della effettiva presenza del vuoto nella rete; non si rendono quindi necessari interventi sulle centrali del vuoto se non l'ordinaria manutenzione e le prove funzionali.

**2.2. Impianto esistente a servizio banchina 3**

Nella banchina 3 sono distribuite 8 colonnine di aspirazione. L'impianto fa capo ad una stazione del vuoto installata in un locale tecnico interrato. La centrale del vuoto è inutilizzabile per via di alcuni allagamenti che hanno interessato il locale tecnico. Il progetto definitiva ne prevede l'integrale sostituzione, previa bonifica del locale.



*Locale tecnico interrato della centrale del vuoto - interno*

Dovrà essere anche innalzato il cordolo perimetrale che sostiene le beole per il calaggio delle apparecchiature al fine di evitare ingressi d'acqua; come si nota dalla seguente documentazione fotografica l'area che interessa il locale tecnico è conformata a impluvio favorendo l'infiltrazione dell'acqua meteorica.



*Locale tecnico interrato della centrale del vuoto - copertura*

Per la banchina 3 è prevista anche la sostituzione delle colonnine di aspirazione sia perché in cattive condizioni sia al fine di uniformare le caratteristiche estetiche degli apprestamenti di banchina.



Colonnine di aspirazione – Principe Tommaso

Per la banchina 3 “Principe Tommaso” il progetto definitivo prevede quindi una intera sostituzione dell’impianto che comprende:

- nuova centrale del vuoto per acque reflue;
- nuovo serbatoio del vuoto per acque di sentina;
- nuova rete del vuoto per acque reflue;
- nuova rete del vuoto per acque di sentina;
- nuove colonnine di aspirazione con doppio bocchettone, come già in uso nelle banchine 6 e 7;
- serbatoio di accumulo delle acque di sentina.

### **2.3. Nuovo impianto a servizio banchina 2**

La banchina 2 “S.Teofanio” è sprovvista di impianti del vuoto; il progetto definitivo prevede una nuova installazione che comprende:

- centrale del vuoto per acque reflue;
- serbatoio del vuoto per acque di sentina;
- rete del vuoto per acque reflue;
- rete del vuoto per acque di sentina;
- colonnine di aspirazione con doppio bocchettone, come già in uso nelle banchine 6 e 7.
- Serbatoio di accumulo delle acque di sentina

### **2.4. Dimensionamento dell’impianto**

Le nuove centrali del vuoto avranno le medesime caratteristiche.

La quantità di aria in depressione, fornita dal funzionamento progressivo di una, due o tre pompe per vuoto (135 - 270 – 405 m<sup>3</sup>/h - ha - 0,5 ÷ -0,6 bar), assicura la risposta istantanea del sistema del vuoto.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

Le 3 pompe per vuoto vengono collegate tramite tubi di aspirazione al serbatoio del vuoto; l'aria estratta pressurizzata, prima di essere immessa in atmosfera, viene fatta passare in un bio filtro per la deodorizzazione.

La pompa principale viene azionata automaticamente mediante trasduttore di pressione se la pressione del serbatoio del vuoto raggiunge - 500 hPa (mbar); dopo aver ripristinato il vuoto necessario di - 600 hPa (mbar) e un tempo di post-corsa di circa 1 minuto, la pompa viene spenta. La seconda e la terza pompa per vuoto si attivano al raggiungimento della pressione - 450 hPa (mbar). Tutte e tre le pompe per vuoto si spengono dopo aver raggiunto un vuoto di - 600 hPa (mbar).

Se il vuoto di - 600 hPa (mbar) non viene raggiunto entro un tempo predeterminato si genera un allarme di malfunzionamento.

Il liquame che fluisce nel serbatoio del vuoto attraverso la tubazione collegata viene temporaneamente raccolto nel serbatoio del vuoto. Nella parte inferiore del serbatoio del vuoto sono previste due prese di uscita che sono collegate tramite due pompe di scarico alla rete fognaria. All'aumentare del livello del refluo, una delle due pompe di scarico, attivata da un sensore di livello capacitivo, lo traduce automaticamente al sistema fognario.

Se le pompe di scarico non vengono attivate tramite il sensore di livello capacitivo e il serbatoio del vuoto trabocca, il sistema si arresta e viene segnalato un malfunzionamento.

La stazione del vuoto è prevista dotata dei seguenti componenti principali:

- Serbatoio del vuoto avente capacità di 3.000 litri
- Tre pompe per vuoto da 135 m<sup>3</sup>/h con - 600 hPa
- Due pompe di scarico montate a secco da 20 m<sup>3</sup>/h con 17 m
- Quadro elettrico con Unità di controllo

La centrale del vuoto è poi completata con il serbatoio del vuoto dell'acqua di sentina; il vuoto in questo serbatoio avviene attraverso il serbatoio principale per mezzo di una tubazione di connessione sommitale così da evitare travasi dei diversi reflui da un serbatoio all'altro. La sezione per l'impianto di aspirazione dell'acqua di sentina è così costituito:

- Serbatoio del vuoto avente capacità di 600 litri
- Due pompe di scarico montate a secco da 15 m<sup>3</sup>/h con 11 m
- Quadro elettrico con Unità di controllo
- Serbatoi di accumulo delle acque di sentina della capacità di 10.000 litri

*Dimensionamento della tubazione principale del vuoto – impianto banchina 3*

Il calcolo verifica la quantità d'aria in base alla porta del terminale, il numero di terminali e frequenza d'uso secondo la norma EN 12109.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

- Portata del sistema di evacuazione a pozzetto

Contemporaneità 1

Portata 4 l/s

- Portata del sistema di evacuazione a colonnina

Contemporaneità 1

Portata 3 l/s

Portata totale 7 l/s

Lunghezza della rete 465 m

Dotazione idrica giornaliera 150 l/gg\*AE

Fattore di picco 3

Flusso di picco per persona al secondo 0,005 l/s\* AE

Abitanti equivalenti corrispondenti 7 l/s/0,005 l/s\* AE = 1400 AE

Densità abitativa equivalente 1400 AE/465 m = 3,01 AE/m

Attraverso i dati di cui sopra si determina AIR-LIQUID-RATIO (ATV-DVWK-A 116)

Tract length	Density of Inhabitants (PE/m)			
	0,05 PE/m	0,1 PE/m	0,2 PE/m	0,5 PE/m
	Average Air-Liquid-Ratio (ALR)			
500 m	3,5 - 7	3 - 6	2,5 - 5	2 - 5
1000 m	4 - 8	3,5 - 7	3 - 6	2,5 - 5
1500 m	5 - 9	4 - 8	3,5 - 7	3 - 6
2000 m	6 - 10	5 - 9	4 - 8	3,5 - 7
3000 m	7 - 12	6 - 10	5 - 9	4 - 8
4000 m	8 - 15	7 - 12	6 - 10	(5 - 9)*

Il valore di ALR (rapporto liquido aria) scelto è pari a 4, conseguentemente, come da tabella ATV-DVWK – A116 il diametro della tubazione è del DN 150 ovvero Ø 160 mm in Pead.

**Tableau 2: Standard value for estimation of nominal widths**

Medium air-water-ratio upstream	Nominal width of the trunk						
	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250*
Number of inhabitants connected upstream							
2	0-110	0-350	250-600	350-900	500-1400	750-2100 (1100-3000)	
4	0-65	0-200	135-340	200-500	300-800	400-1200 (600-1650)	
6	0-45	0-140	95-240	140-350	200-550	300-820 (400-1150)	
8	0-35	0-105	75-185	105-270	150-425	220-625 (300-850)	
10	0-30	0-85	60-150	85-220	120-340	175-500 (250-700)	
12	0-25	0-75	50-125	75-180	100-290	150-425 (200-600)	

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

*Verifica del sistema vuoto*

- Portata del sistema di evacuazione a pozzetto

Contemporaneità 1

Portata 4 l/s

ALR 4

Portata d'aria  $4 \text{ l/s} * 4 = 16 \rightarrow 57,600 \text{ m}^3/\text{h}$

- Portata del sistema di evacuazione a colonnina

Contemporaneità 1

Portata 3 l/s

ALR 4

Portata d'aria  $3 \text{ l/s} * 4 = 12 \rightarrow 43,200 \text{ m}^3/\text{h}$

Portata volumetrica della pompa  $Q_{L,s} = SF * Q_L * (P_a/P_{ave})$ :

SF = fattore di sicurezza 1,25

$Q_L$  = Flusso d'aria totale  $100,8 \text{ m}^3/\text{h}$

$P_a$  = pressione atm assoluta  $100 \text{ kPa}$

$P_{ave}$  = pressione assoluta nel serbatoio  $50 \text{ kPa}$

$Q_{L,s} = 100,8 \text{ m}^3/\text{h} * 1,25 * 2 = 252,00 \text{ m}^3/\text{h}$

Le tre pompe del vuoto previste progettualmente garantiscono le seguenti portate  $135 - 270 - 405 \text{ m}^3/\text{h}$ , ne deriva che la terza pompa rimane emergenziale e di riserva.

Portata con due pompe in funzione  $270 \text{ m}^3/\text{h} > 252 \text{ m}^3/\text{h}$

*Dimensionamento della tubazione principale del vuoto – impianto banchina 2*

Nella considerazione che la rete dell'impianto progettato per la banchina 2 (415 m) non si scosta rispetto a quella progettato per la banchina 3 (465 m), si adottano impianti delle medesime caratteristiche funzionali.

### **3. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE**

L'impianto di scarico acque nere e grigie è stato dimensionato in ottemperanza alla norma UNI EN 12056-2 utilizzando come sistema di scarico il Sistema I che prevede diramazioni di scarico riempite parzialmente e precisamente pari al 50% e configurato con una ventilazione primaria.

Per la progettazione dell'impianto sono state utilizzate il prospetto 2 ( art. 6.2.2) per la definizione delle unità di scarico e la formula riportata al punto 6.3.1 per il calcolo delle portate acque reflue utilizzando come coefficiente di frequenza  $K=1$ , per uso molto frequente "bagni e docce pubbliche".

I collettori di scarico hanno diametro non inferiore a 110 mm e sono prolungati fin oltre la copertura dell'edificio e termineranno con esalatori.

L'intera rete di scarico delle acque usate, interna all'edificio, sarà realizzata con tubazioni in polietilene ad alta densità saldato, del tipo insonorizzato, tipo Geberit Silent o equivalente. Tutto il corpo fognario esterno sarà invece costituito da tubazioni in PVC a norme UNI EN 1401.

La rete fognaria pubblica interna al porto di Civitavecchia è gestita dalla società S.E.Port

La rete di scarico, non essendo disponibili recapiti in fognatura pubblica gravitazionali, confluisce in pozzetti di sollevamento dotati di pompe sommergibili, non sono previste vasche imhoff o fosse biologiche. Sono invece previsti pozzetti desaponatori in polietilene lineare ad alta densità e costruiti in conformità della UNI 1825-1.

Le acque reflue, fino alla vasca di sollevamento, avranno percorso sempre intubato con tappi di ispezione posizionati al piede delle colonne di scarico, all'uscita del fabbricato e negli innesti con il collettore principale. I pozzetti di ispezione saranno quindi asciutti; costruiti in cemento di tipo prefabbricato, completi di chiusino in ghisa.

La rete per lo scarico della condensa dei ventilconvettori, completamente indipendente da quella dei servizi igienici, sarà realizzata con tubazioni in polipropilene. Le acque di condensa saranno immesse nel collettore delle acque meteoriche.

#### **3.1. Edificio Servizi – banchina 2 S.Teofanio**

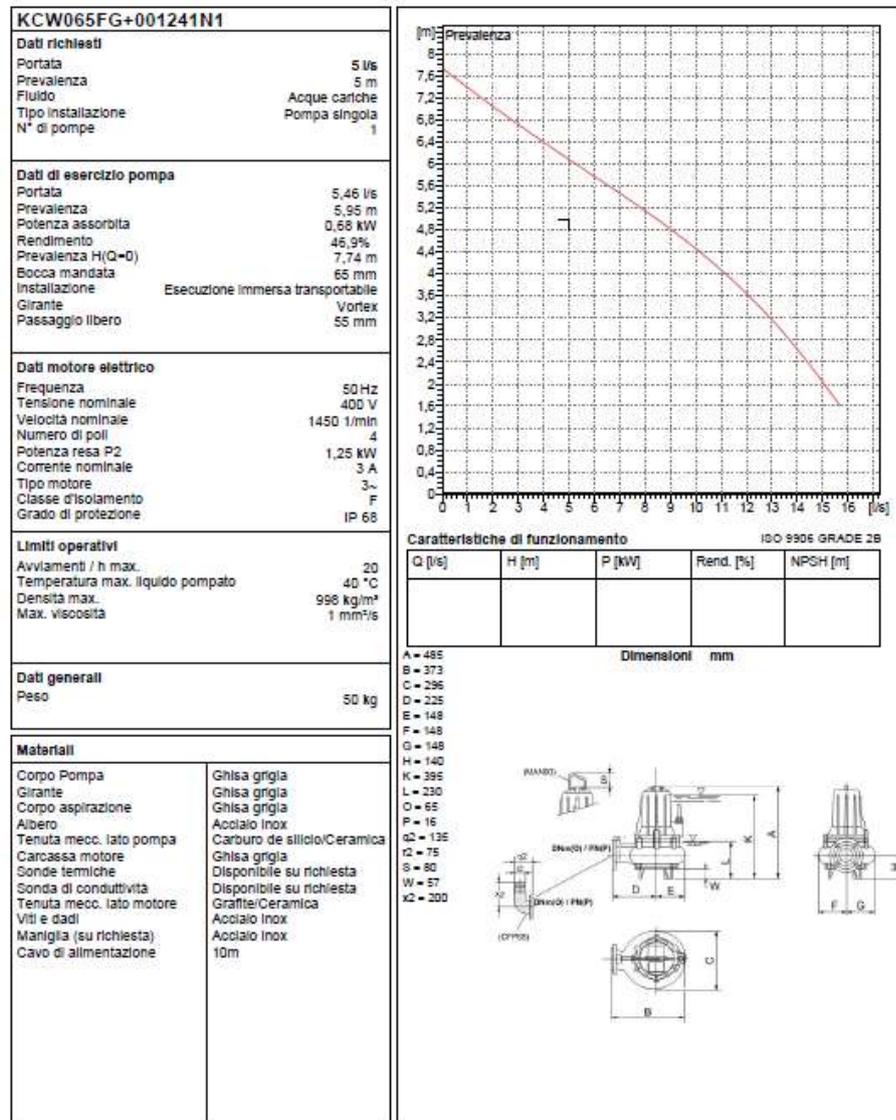
L'impianto di scarico dei servizi igienici previsti nell'edificio servizi, così come si evince dallo specifico elaborato grafico, dimensionato in funzione della UNI EN 12056-2, produce una portata di refluò pari a 4,64 l/s. Conseguentemente è stato dimensionato la vasca di sollevamento la cui capacità di 6 m<sup>3</sup> consente di laminare la portata verso il recapito e limitare gli avvii della pompa.

Il recapito fognario è il limitrofo pozzetto di sollevamento della S.E.Port

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

ITEM	PDC	DENOMINAZIONE	Potenza Contrattuale (Port Utilities)	N° pompe	Potenza pompe kW	caratteristiche e modello (marca)	tubo di mandata (mm)	note
B	D20010	Seport fognatura ex vill.Tirrenia	6 kW trifase	2	1,2	Grundfos	90	stazione al di sotto del giardino, da riportare alla luce, vicino alle banchine 6 e 7
D	D10052	Seport fognatura Rocca	6 kW trifase	2	1,2	Grundfos trituratrice Q max 18 mc/h	90	stazione sulla banchina 3, altezza Porta Livorno. E' una delle stazioni di rilancio al depuratore comunale
D1	V31011	Seport fognatura Vanvitelli	3 kW monofase	1	1	confort Q max 18 mc/h	50	stazione ubicata nei pressi della frntana del Vanvitelli
M	V80001	Seport fognatura S. Teofanio	6 kW trifase	2	1,2/1,2	Grundfos trituratrice Q max 18 mc/h / Grundfos trituratrice Q max 18 mc/h	90	stazione sul molo S. Eufanio

La pompe sono state dimensionate per funzionamento alternato aventi le seguenti caratteristiche:  
 Portata 5 l/s - Prevalenza 5 m



**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

L'avviamento sarà automatico in funzione di quattro regolatori livello del tipo a variazione di assetto senza parti in movimento, di massima affidabilità: uno asservito all'arresto pompe, uno asservito all'avvio pompe alternato, uno asservito ad allarme ed uno asservito ad avvio seconda pompa in emergenza.

Il quadro elettrico consentirà in sintesi le seguenti manovre, visualizzazioni ed automatismi:

- possibilità di selezionare manualmente la pompa in esercizio mediante un commutatore “pompa 1 - 0 - pompa 2”;
- possibilità di verificare il numero di ore in funzionamento mediante contaore su ogni pompa;
- possibilità di verificare lo stato delle pompe attraverso spie colorate;
- regolatore per determinare l'avviamento e l'arresto automatico delle pompe e l'avvio in sequenza delle pompe in funzione dell'innalzamento del battente della vasca.

### **3.2. Edificio Direzionale Polifunzionale – banchina 7 Guglielmotti**

L'impianto di scarico dei servizi igienici previsti nell'edificio direzionale polifunzionale, così come si evince dallo specifico elaborato grafico, dimensionato in funzione della UNI EN 12056-2, produce una portata di reflu pari a 7,65 l/s. Conseguentemente è stato dimensionato la vasca di sollevamento la cui capacità di 4 m<sup>3</sup> consente di limitare gli avvii della pompa.

L'acqua reflua, così sollevata, viene avviata in una seconda vasca di accumulo e rilancio dove vengono recapitati anche i reflui provenienti dalla stazione del vuoto.

La portata in ingresso è quindi così dimensionata 7,65 l/s + 7,00 l/s; conseguentemente le pompe sono state dimensionate per una portata complessiva di 15 l/s.

La vasca di sollevamento 2, prevista da 12 m<sup>3</sup>, consente di limitare gli avvii della pompa e di laminare le portate d'acqua in ingresso.

Il recapito fognario è il limitrofo pozzetto di sollevamento della S.E.Port; per questa utenza occorre ridimensionare le pompe sommergibili agli effettivi nuovi ingressi fognari.

ITEM	PDC	DENOMINAZIONE	Potenza Contrattuale (Utilities)	(Port	N° pompe	Potenza pompe kW	caratteristiche e modello)	(marca	tubo di mandata (mm)	note
B	D20010	Seport fognatura ex vill.Tirrenia	6 kW trifase		2	1,2	Grundfos		90	stazione al di sotto del giardino, da riportare alla luce, vicino alle banchine 6 e 7
D	D10052	Seport fognatura Rocca	6 kW trifase		2	1,2	Grundfos trituratrice Q max 18 mc/h		90	stazione sulla banchina 3, altezza Porta Livorno. E' una delle stazioni di rilancio al depuratore comunale
D1	V31011	Seport fognatura Vanvitelli	3 kW monofase		1	1	confort Q max 18 mc/h		50	stazione ubicata nei pressi della frtana del Vanvitelli
M	V80001	Seport fognatura S. Teofanio	6 kW trifase		2	1,2/1,2	Grundfos trituratrice Q max 18 mc/h / Grundfos trituratrice Q max 18 mc/h		90	stazione sul molo S. Eufanio

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

La pompe sommergibili a servizio dell'edificio direzionale polifunzionale sono state dimensionate per funzionamento alternato aventi le seguenti caratteristiche:

Portata 7,5 l/s - Prevalenza 5 m

<b>KCW065FG+001241N1</b>	
<b>Dati richiesti</b>	
Portata	7,5 l/s
Prevalenza	5 m
Fluido	Acque cariche
Tipo installazione	Pompa singola
N° di pompe	1
<b>Dati di esercizio pompa</b>	
Portata	7,59 l/s
Prevalenza	5,25 m
Potenza assorbita	0,804 kW
Rendimento	49,2%
Prevalenza H(Q=0)	7,74 m
Bocca mandata	65 mm
Installazione	Esecuzione immersa trasportabile
Girante	Vortex
Passaggio libero	55 mm
<b>Dati motore elettrico</b>	
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale	400 V
Velocità nominale	1450 1/min
Numero di poli	4
Potenza resa P2	1,25 kW
Corrente nominale	3 A
Tipo motore	3~
Classe d'isolamento	F
Grado di protezione	IP 68
<b>Limiti operativi</b>	
Avviamenti / h max.	20
Temperatura max. liquido pompato	40 °C
Densità max.	998 kg/m³
Max. viscosità	1 mm²/s
<b>Dati generali</b>	
Peso	50 kg
<b>Materiali</b>	
Corpo Pompa	Ghisa grigia
Girante	Ghisa grigia
Corpo aspirazione	Ghisa grigia
Albero	Acciaio Inox
Tenuta mecc. lato pompa	Carburo de silicio/Ceramica
Carcassa motore	Ghisa grigia
Sonde termiche	Disponibile su richiesta
Sonda di conduttività	Disponibile su richiesta
Tenuta mecc. lato motore	Graffite/Ceramica
Viti e dadi	Acciaio Inox
Maniglia (su richiesta)	Acciaio Inox
Cavo di alimentazione	10m

**Caratteristiche di funzionamento** ISO 9906 GRADE 2B

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

**Dimensioni mm**

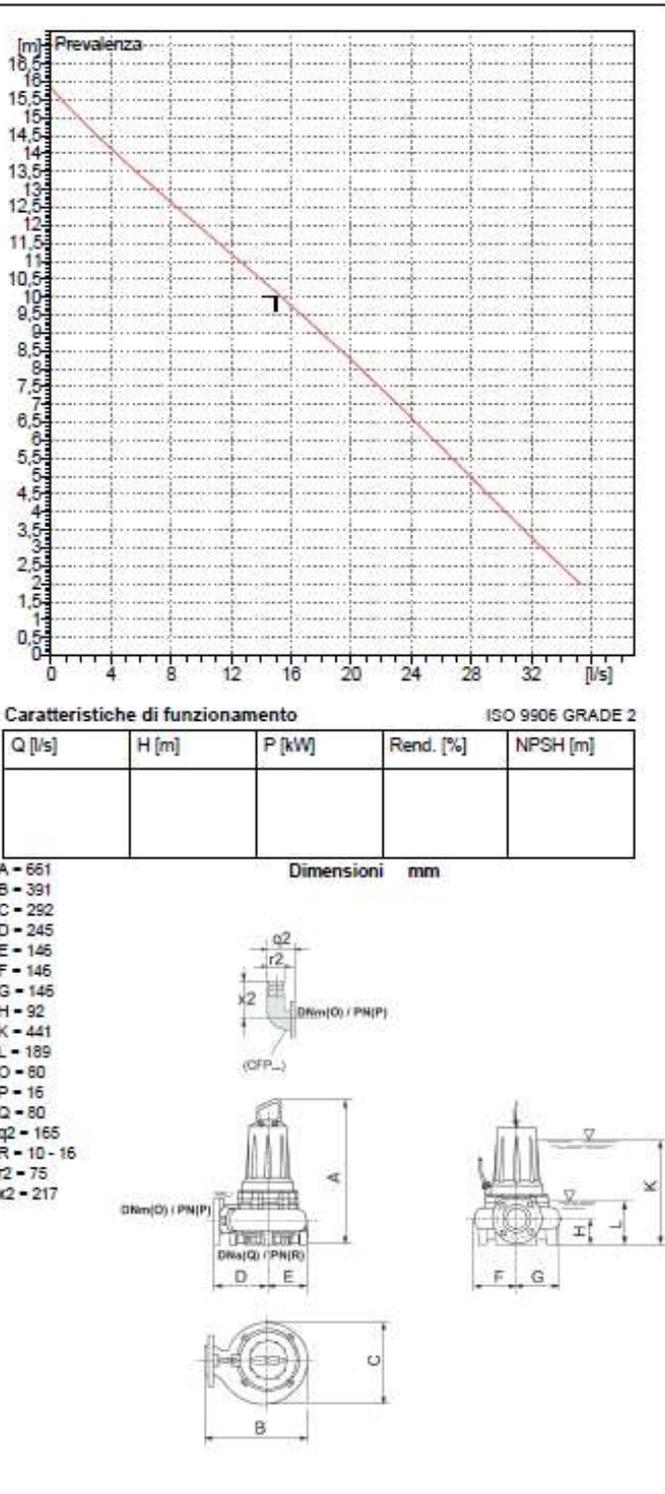
A = 485  
 B = 373  
 C = 296  
 D = 225  
 E = 148  
 F = 148  
 G = 148  
 H = 140  
 K = 395  
 L = 230  
 O = 65  
 P = 16  
 q2 = 135  
 r2 = 75  
 S = 80  
 W = 57  
 x2 = 200

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

La pompe sommergibili a servizio della vasca di sollevamento 2 sono state dimensionate per funzionamento alternato aventi le seguenti caratteristiche:

Portata 15 l/s - Prevalenza 10 m

<b>KCW080HC+003541N1</b>	
<b>Dati richiesti</b>	
Portata	15 l/s
Prevalenza	10 m
Fluido	Acque cariche
Tipo installazione	Pompa singola
N° di pompe	1
<b>Dati di esercizio pompa</b>	
Portata	15,1 l/s
Prevalenza	10,1 m
Potenza assorbita	2,81 kW
Rendimento	52,5%
Prevalenza H(Q=0)	15,8 m
Bocca mandata	80 mm
Installazione	Dimensioni pompa
Girante	Vortex
Passaggio libero	80 mm
<b>Dati motore elettrico</b>	
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale	400 V
Velocità nominale	1450 1/min
Numero di poli	4
Potenza resa P2	3,5 kW
Corrente nominale	8,1 A
Tipo motore	3~
Classe d'isolamento	F
Grado di protezione	IP 68
<b>Limiti operativi</b>	
Avviamenti / h max.	20
Temperatura max. liquido pompato	40 °C
Densità max.	998 kg/m³
Max. viscosità	1 mm²/s
<b>Dati generali</b>	
Peso	68 kg
<b>Materiali</b>	
Corpo Pompa	Ghisa grigia
Girante	Ghisa grigia
Anello sede girante	Acciaio/Gomma
Corpo aspirazione	Ghisa grigia
Tenuta mecc. lato pompa	Carburo de silicio/Ceramica
Scatola olio	Ghisa grigia
Carcassa motore	Ghisa grigia
Albero	Acciaio inox
Sonde termiche	Si
Sonda di conduttività	Si
Tenuta mecc. lato motore	Grafite/Ceramica
Maniglia	Acciaio inox
Cavo di alimentazione	10m
Viti e dadi	Acciaio inox



#### 4. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI DRENAGGIO

I sistemi di drenaggio delle acque meteoriche vengono tradizionalmente dimensionati sulla base di un evento con tempo di ritorno pari a 50 anni, analogamente a quanto normalmente preso a riferimento per il dimensionamento delle opere fognarie pubbliche. L'unità di misura delle precipitazioni meteoriche è l'intensità pluviometrica espressa in l/s. Viene ricavata dalla media statistica dei valori massimi delle precipitazioni avvenute nell'arco dei 30, 50, 100, 200 e 500 anni.

Come area di riferimento si è utilizzata quella del bacino del fiume Itri individuato dal piano VAPI come sottozona Codice A4.

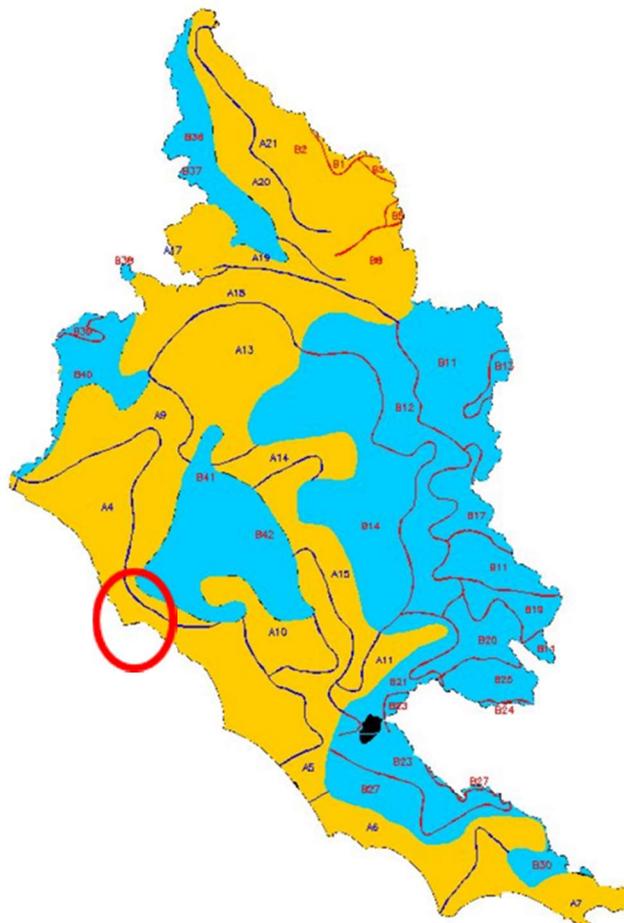


Fig. 2.1 - Sottozona Vapi per i bacini considerati.

Le portate dei bacini regionali, determinate mediante la seguente relazione:

$$Q(T) = 278 \cdot A_b \cdot i(\tau_b, T) \cdot \phi_{reg}(T)$$

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

per tempi di ritorno pari a 30, 50, 100, 200 e 500 anni, sono riportate nella seguente tabella; in essa sono riportati anche i codici delle sottozone VAPI con le aree corrispondenti e le intensità di precipitazione relative a ciascun bacino per i vari tempi di ritorno.

Tabella 3.3 (segue) - Bacini regionali: portate calcolate con il modello di regionalizzazione

Nome bacino	Codice Sottozona	$A_s$ ( $km^2$ )	$T$ (anni)	$i(t_r, T)$ (mm/h)	$\Phi_{reg}(T)$	$Q(T)$ ( $m^3/s$ )
<i>F.so del Marangone</i>	A4	12,57	30	41,5	0,6060	159,4
	A9	7,97	50	49,3	0,6196	193,6
	B42	2,84	100	59,8	0,6380	241,9
			200	70,3	0,6564	292,5
			500	84,1	0,6808	363,1
<i>F.so di Castelsecco</i>	A4	7,86	30	44,4	0,5943	138,6
	A9	9,27	50	52,7	0,6076	168,5
	B42	2,26	100	64,0	0,6257	210,6
			200	75,2	0,6438	254,7
			500	90,1	0,6677	316,2
<i>F.so di Rio</i>	A4	11,42	30	32,6	0,5982	225,2
	A9	24,10	50	38,5	0,6118	272,3
	B42	7,68	100	46,5	0,6303	338,9
			200	54,5	0,6488	408,8
			500	65,1	0,6732	506,1
<i>F.so Sassetera</i>	A4	4,86	30	43,1	0,4668	115,2
	A9	16,14	50	51,6	0,4798	141,9
			100	63,1	0,4975	180,0
			200	74,6	0,5152	220,3
			500	89,8	0,5385	277,0
<i>F.so di Vaccina</i>	A10	3,63	30	17,3	0,5626	200,9
	A4	18,51	50	19,9	0,5768	236,7
	A9	15,58	100	23,3	0,5960	287,4
	B42	40,19	200	26,8	0,6153	340,7
			500	31,4	0,6407	415,3
<i>F.so Sanguinara</i>	A4	37,30	30	20,0	0,5307	126,2
	A9	1,74	50	23,8	0,5454	154,2
	B42	4,99	100	28,9	0,5654	194,1
			200	34,0	0,5854	236,3
			500	40,7	0,6119	295,7

#### **4.1. Banchina 2 – S.Teofanio**

Nelle basi di calcolo, normalmente ci si attiene comunque entro valori compresi tra 100 e 200 mm; la porta di pioggia viene quindi prudenzialmente assunta pari a 0,042 l/s per m<sup>2</sup> (150 mm).

Permeabilità φ assunta pari ad 0,80

Superficie complessiva per il recapito 1) 1.360 m<sup>2</sup>

Area fabbricato servizi – collettore 1a 800 m<sup>2</sup>

Banchina fronte fabbricato servizi - collettore 1b 560 m<sup>2</sup>

Superficie complessiva per il recapito 2) 1.650 m<sup>2</sup>

Area parcheggio – collettore 2a 720 m<sup>2</sup>

Banchina fronte parcheggio – collettore 2b 930 m<sup>2</sup>

Portata di pioggia da smaltire nel recapito 1) 0,042 l/s\*1.360 m<sup>2</sup> \*0,8= 45,70 l/s

Portata di pioggia collettore 1a 0,042 l/s\*800 m<sup>2</sup> \*0,8= 26,88 l/s

Portata di pioggia collettore 1b 0,042 l/s\*560 m<sup>2</sup> \*0,8= 18,82 l/s

Portata di pioggia da smaltire nel recapito 2) 0,042 l/s\*1650 m<sup>2</sup> \*0,8= 55,44 l/s

Portata di pioggia collettore 2a 0,042 l/s\*720 m<sup>2</sup> \*0,8= 24,19 l/s

Portata di pioggia collettore 2b 0,042 l/s\*930 m<sup>2</sup> \*0,8= 31,25 l/s

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

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

del canale,  $\varphi$  (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  $\chi$  alla scabrezza della parete ed al raggio idraulico  $R$ :

Gauckler-Stricker

$$\chi_{GS} = K_s R^{1/6}$$

L'espressione della portata è 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.

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

**Tabella 1: Parametri di scabrezza utilizzati**

TIPO DI CANALIZZAZIONE	Gauckler - Strickler $K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Condotta PVC (nuove)	(120)
Condotta PVC (usate) per il recapito a mare	(80)

Si ha quindi che le geometrie previste sono del tutto sufficienti a smaltire le acque meteoriche drenate anche nei momenti di massima “produzione”, di seguito vengono evidenziati i risultati dei calcoli.

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

Recapito 1 – 45,70 l/s – tubazione DN 250

MATERIALE CONDOTTE	DIAMETRO INTERNO (m)	PENDENZA %	$K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	GRADO RIEMPIMENTO %	PORTATA TRANSITABILE l/s
PVC (nuove)	0,25	1	120	70	77,67
PVC (usate)	0,25	1	80	70	51,78

Si ha quindi che con una condotta a gravità del Ø 250 in PVC serie SN8, anche nelle condizioni a tubi con incrostazioni (usati), è garantito il deflusso della portata di progetto.

$$Q_{\text{transitabile}} \mathbf{51,78 \text{ l/s}} > Q_{\text{max}} \mathbf{45,70 \text{ l/s}}$$

Collettore 1a – 26,88 l/s – tubazione DN 200

MATERIALE CONDOTTE	DIAMETRO INTERNO (m)	PENDENZA %	$K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	GRADO RIEMPIMENTO %	PORTATA TRANSITABILE l/s
PVC (nuove)	0,20	0,5	120	70	30,29

Si ha quindi che con una condotta a gravità del Ø 200 in PVC serie SN8, è garantito il deflusso della portata di progetto.

$$Q_{\text{transitabile}} \mathbf{30,29 \text{ l/s}} > Q_{\text{max}} \mathbf{26,88 \text{ l/s}}$$

Collettore 1ba – 18,82 l/s – tubazione DN 200

MATERIALE CONDOTTE	DIAMETRO INTERNO (m)	PENDENZA %	$K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	GRADO RIEMPIMENTO %	PORTATA TRANSITABILE l/s
PVC (nuove)	0,20	0,5	120	70	30,29

Si ha quindi che con una condotta a gravità del Ø 200 in PVC serie SN8, è garantito il deflusso della portata di progetto.

$$Q_{\text{transitabile}} \mathbf{30,29 \text{ l/s}} > Q_{\text{max}} \mathbf{18,82 \text{ l/s}}$$

**REALIZZAZIONE DI UN APPRODO TURISTICO ALL'INTERNO DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA**  
**Progetto Definitivo – Relazione di calcolo impianti aspirazione reflui e tubazioni fognarie**

Recapito 2 – 55,44 l/s – tubazione DN 315

MATERIALE CONDOTTE	DIAMETRO INTERNO (m)	PENDENZA %	$K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	GRADO RIEMPIMENTO %	PORTATA TRANSITABILE l/s
PVC (nuove)	0,315	1	120	70	143,85
PVC (usate)	0,315	1	80	70	95,89

Si ha quindi che con una condotta a gravità del Ø 315 in PVC serie SN8, anche nelle condizioni a tubi usati, è garantito il deflusso della portata di progetto.

$$Q_{\text{transitabile}} \mathbf{95,89 \text{ l/s}} > Q_{\text{max}} \mathbf{55,44 \text{ l/s}}$$

Collettore 2a – 24,19 l/s – tubazione DN 200

MATERIALE CONDOTTE	DIAMETRO INTERNO (m)	PENDENZA %	$K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	GRADO RIEMPIMENTO %	PORTATA TRANSITABILE l/s
PVC (nuove)	0,20	0,5	120	70	30,29

Si ha quindi che con una condotta a gravità del Ø 200 in PVC serie SN8, è garantito il deflusso della portata di progetto.

$$Q_{\text{transitabile}} \mathbf{30,29 \text{ l/s}} > Q_{\text{max}} \mathbf{24,19 \text{ l/s}}$$

Collettore 2b – 31,25 l/s – tubazione DN 250

MATERIALE CONDOTTE	DIAMETRO INTERNO (m)	PENDENZA %	$K_S$ [m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	GRADO RIEMPIMENTO %	PORTATA TRANSITABILE l/s
PVC (nuove)	0,25	0,5	120	70	54,92

Si ha quindi che con una condotta a gravità del Ø 200 in PVC serie SN8, è garantito il deflusso della portata di progetto.

$$Q_{\text{transitabile}} \mathbf{54,92 \text{ l/s}} > Q_{\text{max}} \mathbf{31,25 \text{ l/s}}$$