

REGIONE CALABRIA

Autorità Portuale di Gioia Tauro

COMUNE DI CROTONE

Provincia di Crotone



**PROGETTO NUOVO MARINA
PORTO NUOVO DI CROTONE**



Data : **Gennaio - 2018**

Revisione :

Scala : **1 : 1 000**

Tavola/elaborato :

Descrizione :

**REL.
6**

RELAZIONI DI CALCOLO

Pontili ed ormeggi

Oggetto :

RICHIESTA CONCESSIONE DEMANIALE

Stato :

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE :

MARINA DI CROTONE S.P.A.
P.zza Della Resistenza, 20
c/o Comune di Crotone
88900 Crotone KR

Timbro e firma :

MARINA DI CROTONE S.P.A.
Piazza della Resistenza, 20
88900 - CROTONE (KR)
PWA 03142640785

Progettista :

Ing. Racco Giuseppe Vittorio
Via Poggioreale, 41 - 88900 Crotone
Tel. 348 6509139
email studio.racco@gmail.com

Timbro e firma :

PREMESSE

La città di Crotone è servita da due bacini portuali denominati Porto Vecchio e Porto Nuovo. Il primo ha ingresso in direzione sud, un'area a mare di circa 65.000 mq, ed attualmente è utilizzato dai diportisti e dai pescatori.

Il secondo, il Porto Nuovo, molto più grande ha ingresso in direzione nord, un'area complessiva di circa 730.000 mq. ed è attualmente utilizzato per attività commerciali ed industriali.

La situazione attuale vede il porto diviso in tre grosse aree la prima posta all'ingresso è utilizzata per lo scarico merci e a supporto delle attività industriali, la seconda centrale è ancora non banchinata e contraddistinta da fondali non dragati, e la terza più interna delimitata dal molo Giunti risulta completata e immediatamente agibile.

Attualmente tutto il porto è sotto utilizzato e necessita assolutamente di nuovi spunti di rilancio. A tal fine non va trascurato nessuna opportunità e settore che possa contribuire a rivitalizzare le attività.

Da tempo si discute sulle destinazioni possibili, ma a parere dello scrivente la struttura, per le sue dimensioni, si presta ad essere utilizzata per più finalità pur mantenendo la massima flessibilità in modo da poter facilmente adattarsi alle richieste del mercato.

Seguendo tale impostazione si ipotizza la seguente configurazione:

- **Bacino sud (tra molo giunti e l'ex deposito costiero) circa 190 000mq** - Destinazione turistica per navi da diporto con lunghezza da 24 mt ad oltre 100 mt. - da un studio di massima risulta facile offrire circa 160 posti con una spiccata tendenza per le imbarcazioni superiori ai 40 mt. Tale destinazione trova fondamento nell'ormai noto aumento delle unità di queste misure che non trovano posto nei normali marina perché non progettati per questo segmento di imbarcazioni. Infatti all'esponenziale aumento di unità circolanti non corrisponde un aumento dei posti barca di questo tipo, dati i lunghi tempi di realizzazione delle infrastrutture. Pertanto avere una struttura già praticamente pronta ad accoglierle , rappresenta un'occasione unica e da non perdere. A titolo di esempio si citano i porti di Barcellona e Genova che hanno realizzato al loro interno iniziative simili che pur rappresentando i maggiori riferimenti del settore hanno disponibili solo 76 posti a Barcellona e 90 a Genova peraltro già tutti occupati. Altre iniziative simili sono progettate a Civitavecchia, in Sardegna e in altri porti lungo le nostre coste, ma tutte con tempi lunghi di realizzazione e di dimensioni non superiori a quelle realizzabili a Crotone. **Questo porterebbe la nostra iniziativa a diventare forse la maggiore del mediterraneo.**

I lavori minimi da realizzare sono

- Chiusura con un molo galleggiante di circa 160-200 mt, per proteggere il bacino dai venti e relativo leggero moto ondoso da N - NW
- Attrezzatura con ormeggi adeguati alla stazza delle imbarcazioni e pontili galleggianti per le minori
- Realizzazione delle strutture di alto livello qualitativo per la gestione, l'accoglienza, la ricezione, il commercio e la ricreazione, da posizionarsi nell'area a cavallo tra Porto nuovo e Vecchio e lungo i due assi nord e sud a confine con l'area urbana.
- Particolare attenzione verrà posta a preservare lo scorcio dalle banchine verso il castello e le aree verdi circostanti, al fine mantenere, ampliare e armonizzare l'atmosfera gradevole e rilassante che invogli alla permanenza.

Lo stazionamento di questo tipo di navi porta automaticamente la necessità di manutentarle e quindi si creerebbe una domanda di lavorazioni altamente qualificata soprattutto nell'ambito della verniciatura, della motoristica, dell'elettronica, delle riparazioni delle parti in legno, in vetroresina, in alluminio etc creando un indotto che coinvolgerebbe migliaia di addetti e alla nascita di veri cantieri navali sia per le manutenzioni che per la costruzione di nuove imbarcazioni. Di conseguenza necessita prevedere :

- Bacino di carenaggio attrezzato con travel lift per imbarcazioni fino a 40-50 mt
- Ampio spazio a terra per i lavori di manutenzione.

Il flusso di turisti che tali iniziative porterebbero, aggiunto a quello delle imbarcazioni medio e piccole del Porto Vecchio, cambierebbero le connotazioni che hanno contraddistinto finora la città di Crotona sviluppando finalmente la sua vocazione naturale al turismo e rilancerebbero la possibilità di uno sviluppo industriale con grande ricaduta occupazionale quale la cantieristica navale.

TEORIA E METODI DI CALCOLO

Tutte le imbarcazioni saranno ancorate con un sistema di catenarie, corpi morti e trappe per le imbarcazioni fino a 40 mt e boe di ormeggio con catena e corpi morti per singola nave di dimensioni maggiori di 40 mt. Il numero e diametro delle catenarie ed il peso dei corpi morti è stato calcolato (vedi calcoli allegati) per il tipo di situazione più sollecitata in funzione degli sforzi massimi prodotti dal vento e dal moto ondoso sulle imbarcazioni.

In particolare le principali forze in gioco sono:

- Forza aereodinamica;
- Forza idrodinamica;
- Forza dovuta al moto ondoso;

Forza aerodinamica

La forza del vento, calcolata considerando la prua dell'imbarcazione disposta al vento e a 30°, può essere valutata con un numerose formule e con l'utilizzo di numerose tabelle disponibili nei siti internet dei principali enti di certificazione internazionali.

Nel caso specifico faremo riferimento alle disposizioni contenute all'interno della Section 2 – Environmental Conditions del R.I.Na. in cui la forza del vento viene calcolata tramite la seguente formula: $FW = \frac{1}{2} * gA * Cs * A * VW^2$

dove:

gA = peso specifico aria

Cs = coefficiente di forma dell'imbarcazione nella parte emersa;

A = Area trasversale parte emersa dell'imbarcazione, valutata nella sezione maestra;

VW = velocità del vento

Spinta idrodinamica

L'effetto della spinta idrodinamica dovuta alla corrente è molto simile alla forza espressa dal vento, tale forza si esprime questa volta sull'opera viva e cioè sulla parte immersa dell'imbarcazione. Le specifiche R.I.Na. definiscono, per il calcolo della forza, la seguente formula

$$Fc = \frac{1}{2} * gH2O * Cs * A * Vc^2$$

dove:

$gH2O$ = peso specifico acqua di mare;

Cs = coefficiente di forma dell'imbarcazione nella parte immersa;

A = Area trasversale della sezione maestra della parte emersa dell'imbarcazione

Vc = velocità della corrente;

Spinta del moto ondoso

Per il calcolo della forza che il moto ondoso esprime sullo scafo dell'imbarcazione è necessario calcolare la velocità con cui l'onda si avvicina ed impatta sullo scafo dell'imbarcazione. Tale calcolo risulta molto complesso ed è funzione della lunghezza d'onda del moto ondoso, dell'altezza d'onda, di un coefficiente adimensionale prodotto del coefficiente di forma e del coefficiente d'attrito dell'imbarcazione. Tale calcolo si può ricavare da un diagramma logaritmico .

Una volta calcolato il valore della velocità dell'onda, è possibile calcolare la forza che viene esercitata sullo scafo tramite le formule dettate dal R.I.Na che permettono di valutare la forza di trascinamento che si esprime su corpo rigido.

$FD = \frac{1}{2} \cdot g \cdot H_{20} \cdot CD \cdot A_{imp} \cdot V_o^2$ $gA =$ peso specifico acqua di mare;

$CD =$ coefficiente di forma trascinamento; $V_o =$ velocità di propagazione dell'onda;

$A_{imp} =$ Area trasversale immersa dell'imbarcazione, valutata nella sezione maestra;

OPERE DA REALIZZARE NELLO SPECCHIO ACQUEO

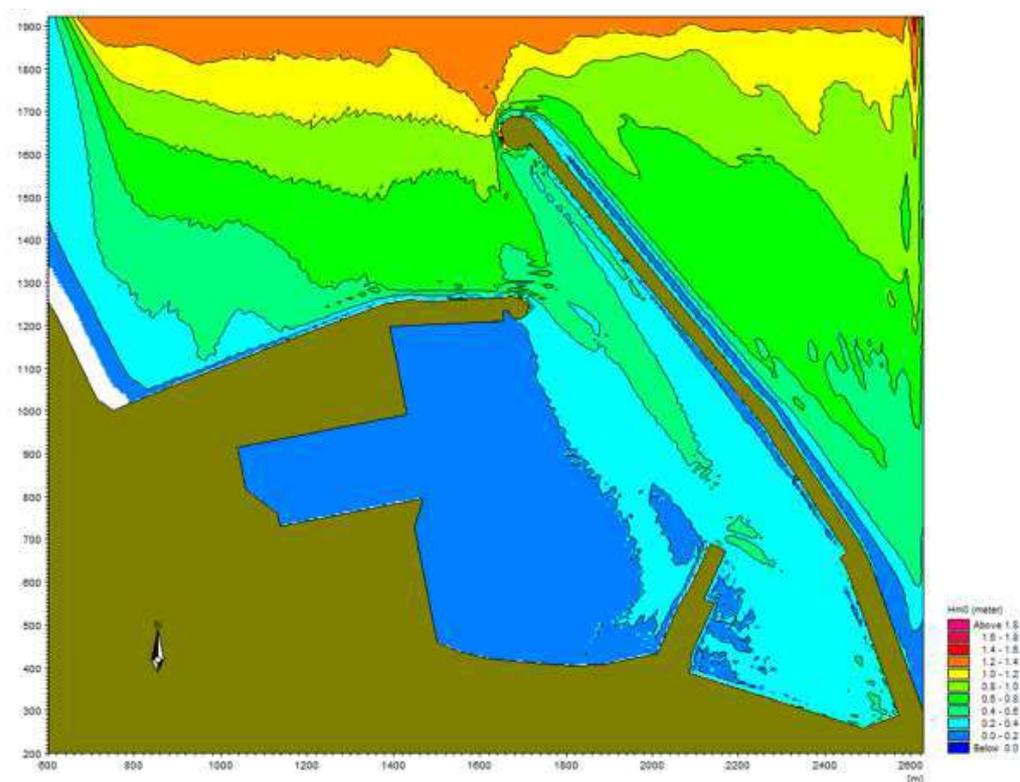
I lavori necessari per la realizzazione degli ormeggi consistono nella messa in opera di:

- molo galleggiante frangiflutti
- pontili galleggianti per imbarcazioni
- corpi morti e relative catenarie di ormeggio

Molo galleggiante frangiflutti

All'ingresso della darsena lato Nord è previsto un molo frangiflutti galleggiante per proteggere il bacino dai venti e relativo leggero moto ondoso da N - NW che provoca le seguenti condizioni

Figura : Campo di moto ondoso (altezza d'onda significativa) per l'onda incidente NW: $H_s = 1.4$ m, $T_p = 5$ s, $dir = 350^\circ$ N all'interno del Porto Nuovo – Stato di fatto



L'onda NNW, penetra direttamente all'interno del porto generando una condizione di agitazione con onde di lunghezza con ($T_p = 5$ s). All'interno della darsena Est si hanno onde di 0.2 – 0.4 (celeste) m con altezze massime di 0.6 m (verde) in prossimità di molo Giunti e dalla banchina di riva

Le forze risultanti sul pontile sono:

Per avere una valutazione dell'azione dell'urto di un'onda su una parete verticale si usa normalmente la semplicissima formula di Hiroi (che risale al 1919) che tiene conto solo dell'ampiezza dell'onda e che ci da la pressione unitaria p in funzione della ampiezza dell'onda, o in alternativa la formula di Sainflou.

Con β si intende l'angolo di incidenza delle onde. Considerandole ortogonali $\beta = 90$ si ha la pressione orizzontale su paratie o pali, considerata omogenea per tutta la altezza.

Con $W = 1.025 \text{ kg/mc}$ e $a = 0,30$ (caso vento da 350°) si ottiene:

$$P = 1,5 \cdot W \cdot a = 460 \text{ kg/mq}$$

Avrà lunghezza totale di almeno 226 mt e sarà composto da 11 moduli di 20 metri di lunghezza e 4 mt di larghezza e più di 2 mt di altezza più, per l'accesso al molo, una passerella ancorata al molo esistente e poggiata su quello galleggiante. I moduli sono costituiti da manufatti prefabbricati in cemento armato con nucleo in polistirene espanso di rilevanti dimensioni e con un elevatissimo dislocamento, di circa 80 t e collegati in serie. Essi consentono di realizzare barriere galleggianti e sono in grado di contrastare efficacemente i moti ondosi prodotti da corti fetch e in aree protette.

Il molo frangiflutti, nello schema di ormeggi attuale è utilizzato solo per l'accosto all'inglese di una unità di transito, ma ai fini del calcolo si prevede che possa essere utilizzato anche per l'ormeggio delle imbarcazioni, e più precisamente di imbarcazioni fino a 40 mt dal lato interno e per i transiti estivi fino a 60 mt per il lato esterno.

Il molo sarà ormeggiato con corpi morti in cls delle dimensioni di 250x250x100 cm del peso di 15 600 kg in numero di due per catena e posti con interasse di 10.0 mt collegati al molo da catenarie del diametro di 40 mm.

Di seguito i calcoli di verifica dell'ormeggio del molo con dimensionamento dei corpi morti e delle catenarie calcolati per venti fino a 40 kn e le seguenti due condizioni:

- 1- lato interno imbarcazioni fino 40 mt con vento di poppa e carichi derivanti da onde di NNW a 90° :

Predimensionamento globale del sistema d'ormeggio con catenaria e corpi morti per imbarcazioni fino a 40 mt e onde 90°

vento kn 40

| | | |
|--|----|------------------|
| Lunghezza catenaria | Mt | 220,0 |
| barche collegate al pontile | | |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 60 mt (1) | kg | 158894,82 |
| 2) Forza onde sul lato | kg | 101200,00 |
| carico totale | kg | 260094,82 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente estremità pontili | n. | 23 |

| | | |
|---|-------|------|
| 1 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m | 2,5 |
| barche collegate direttamente alla catenaria | | |
| 2) Carico laterale tot. barche < di 12mt (2) | kg | 0,00 |
| 2) Numero tot di corpi morti intermedi su un lato collegati direttamente ai pontili | n. | 23 |
| 2 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m3 | 2500 |
| Massa del volume di acqua | kg/m3 | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |

| | | |
|------------------------------------|-----------|---------------|
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg | 15625 |
| Massa del corpo morto in cls 2) | kg | 15625 |
| Carico totale applicato | kg | 260095 |
| Resistenza totale catenaria | kg | 424063 |

| | | |
|-------------------------------------|--|------|
| Grado di sicurezza ok se $\geq 1,3$ | | 1,63 |
|-------------------------------------|--|------|

verifica globale puntuale

| | | |
|---------------------------------|----------|------|
| coeff. attrito interno terreno | ang.att. | 28 |
| coeff. attrito cls-terreno | | 0,53 |
| H insabbiamento corpo morto | | 0,50 |
| peso terreno del fondo asciutto | | 2000 |
| coesione | | 0,1 |
| H fondo posa corpi morti | | 10 |
| Dist pontile - catenaria | | 20 |
| Dist prua - catenaria | | 20 |

| | | |
|--|--|-----------------|
| Corpi morti tipo 1 | | |
| angolo tiro catena orm. - pontile | | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 9 716,4 |
| resistenza attrito con il fondo | | -476,33 |
| | | <u>9 240,11</u> |

| | | |
|--|--|------------------|
| Corpi morti tipo 2 | | |
| angolo tiro catena orm. - Barca | | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 9 716,4 |
| resistenza attrito con il fondo | | 4 901,70 |
| | | <u>14 618,14</u> |

| | | |
|--|--|-------------------|
| totale resistenza corpi morti tipo 1 | | 212 522,60 |
| totale resistenza corpi morti tipo 2 | | 336 217,30 |
| totale resistenza corpi morti tipo 1+2 | | <u>548 739,90</u> |

| | | |
|-------------------------------------|--|------|
| Grado di sicurezza ok se ≥ 1.5 | | 2,11 |
|-------------------------------------|--|------|

Verifica catene diametro 40 mm

Verifica dimensionamento CATENE ORMEGGIO PONTILI frangiflutto con imbarcazioni fino a 40 mt

| | | |
|--|----|------------|
| Lunghezza pontile | Mt | 220,0 |
| numero di catene su un lato | n | 23 |
| numero pontili collegati alla catena | n | 1 |
| 1) Carico laterale tot. barche >= di 40 mt (1) | kg | 260094,823 |
| Diametro catena | mm | 40 |
| carico ROTTURA massimo catena | kg | 56800 |
| carico massimo 1 catena | | 11308,4705 |

| | | |
|--|--|-------------|
| Grado di sicurezza a rottura min.=4 | | 5,02 |
|--|--|-------------|

| | |
|--|-------------|
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | 2,51 |
|--|-------------|

| | |
|---|-------------|
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | 1,26 |
|---|-------------|

2- lato esterno imbarcazioni fino a 60 m vento di poppa e senza carichi onda essendo protetto dagli altri pontili

Predimensionamento globale del sistema d'ormeggio con catenaria e corpi morti per imbarcazioni fino a 60 mt

vento kn 40

| | | |
|--|-------|------------------|
| Lunghezza catenaria | Mt | 220,0 |
| barche collegate al pontile | | |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 60 mt (1) | kg | 233605,20 |
| 2) Forza onde sul lato | kg | 0,00 |
| carico totale | kg | 233605,20 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente estremità pontili | n. | 23 |
| 1 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m | 2,5 |
| barche collegate direttamente alla catenaria | | |
| 2) Carico laterale tot. barche < di 12mt (2) | kg | 0 |
| 2) Numero tot di corpi morti intermedi su un lato collegati direttamente ai pontili | n. | 23 |
| 2 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m3 | 2500 |
| Massa del volume di acqua | kg/m3 | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |

| | | |
|------------------------------------|-----------|---------------|
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg | 15625 |
| Massa del corpo morto in cls 2) | kg | 15625 |
| Carico totale applicato | kg | 233605 |
| Resistenza totale catenaria | kg | 424063 |

| | | |
|---------------------------------|--|------|
| Grado di sicurezza ok se >= 1,3 | | 1,82 |
|---------------------------------|--|------|

verifica globale puntuale

| | | |
|--|------------------|------------|
| coeff. attrito interno terreno | ang.att. | 28 |
| coeff. attrito cls-terreno | | 0,53 |
| H insabbiamento corpo morto | | 0,50 |
| peso terreno del fondo asciutto | | 2000 |
| coesione | | 0,1 |
| H fondo posa corpi morti | | 10 |
| Dist pontile - catenaria | | 20 |
| Dist prua - catenaria | | 20 |
| <hr/> | | |
| Corpi morti tipo 1 | | |
| angolo tiro catena orm. - pontile | | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 9 716,4 |
| resistenza attrito con il fondo | | 71,40 |
| | | <hr/> |
| | | 9 787,84 |
| <hr/> | | |
| Corpi morti tipo 2 | | |
| angolo tiro catena orm. - Barca | | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 9 716,4 |
| resistenza attrito con il fondo | | 4 901,70 |
| | | <hr/> |
| | | 14 618,14 |
| <hr/> | | |
| totale resistenza corpi morti tipo 1 | | 225 120,42 |
| totale resistenza corpi morti tipo 2 | | 336 217,30 |
| totale resistenza corpi morti tipo 1+2 | | <hr/> |
| | | 561 337,72 |
| Grado di sicurezza | ok se ≥ 1.5 | 2,40 |

Si omette la verifica delle catene essendo risultati i carichi minori

Pontili e catenarie imbarcazioni

Il dimensionamento dei pontili e delle catenarie sono stati effettuati tenendo conto delle raccomandazioni dello **ABYC (American Boat and Yacht Council)** e considerando che ci si trova in un sito protetto in cui si prevede un'onda massima di 50-60 cm, in assenza di corrente, venti fino a 30 nodi a 3 mt di altezza (pari a 40 nodi a 10 mt) e un fondale medio di circa 9.0 metri.

PONTILI IMBARCAZIONI TRA 25 E 40 MT

Sono due pontili di 120 ml ognuno costituiti da 10 moduli di 12 mt.

I corpi morti avranno dimensioni 2,5x2,5x0,80 e saranno predisposti con armatura interna diffusa del fi 10/18 cm e con 4 ganci esterni in acciaio del Fi 30 per l'aggancio delle catene che collegheranno tutti i corpi morti e i pontili.

Il sistema di ormeggio prevede catenarie separate tra pontili ed imbarcazioni.

Catenaria pontile

Ogni estremità dei pontili sarà collegata ai corpi morti con catene in base ai calcoli che seguono

| Dimensionamento globale del sistema d'ormeggio con catenaria e corpi morti per imbarcazioni tra 25 e 40 mt | | vento 40 kn |
|---|-------------------|-------------|
| Lunghezza catenaria | Mt | 120,0 |
| barche collegate al pontile | | |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 40 mt (1) | kg | 71628,02 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente ai pontili | n. | 11 |
| 1) Dimensioni corpo morto pontile B*L*H | m | 2,5x2,5x1 |
| barche collegate direttamente alla catenaria | | |
| 2) Carico laterale tot. barche < di 12mt (2) | kg | 0 |
| 2) Numero tot di corpi morti intermedi su un lato non collegati direttamente ai pontili | n. | 1 |
| 2) Dimensioni corpo morto pontile B*L*H | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m ³ | 2400 |
| Massa del volume di acqua | kg/m ³ | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |

| | | |
|--|----|------------|
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg | 15000 |
| Massa del corpo morto in cls 2) | kg | 15000 |
| Carico totale applicato | kg | 71628 |
| Resistenza totale catenaria | kg | 103125 |
| Grado di sicurezza ok se $\geq 1,3$ | | 1,4 |

| verifica globale puntuale | | |
|--|----------|------------------|
| coeff. attrito interno terreno | ang.att. | 27 |
| coeff. attrito cls-terreno | | 0,51 |
| H insabbiamento corpo morto | | 0,50 |
| peso terreno del fondo asciutto | | 2000 |
| coesione | | 0,1 |
| H fondo posa corpi morti | | 10 |
| Dist pontile - catenaria | | 20 |
| Dist prua - catenaria | | 20 |
| Corpi morti tipo 1 | | |
| angolo tiro catena orm. - pontile | | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 9.341,5 |
| resistenza attrito con il fondo | | 1.411,16 |
| | | <u>10.752,67</u> |
| Corpi morti tipo 2 | | |
| angolo tiro catena orm. - Barca | | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 1.664,7 |
| resistenza attrito con il fondo | | 4.378,73 |
| | | <u>6.043,48</u> |

| | |
|--|------------|
| totale resistenza corpi morti tipo 1 | 118.279,32 |
| totale resistenza corpi morti tipo 2 | 6.043,48 |
| totale resistenza corpi morti tipo 1+2 | 124.322,80 |
| Grado di sicurezza ok se ≥ 1.5 | 1,74 |

(1) carico barche ormeggiate di poppa al pontile

VERIFICA CATENE

Verifica dimensionamento CATENE ORMEGGIO PONTILI per imbarcazioni tra 25 e 40 mt

| | | |
|--|----|------------|
| Lunghezza pontile | Mt | 120,0 |
| numero di catene su un lato | n | 11 |
| numero pontili collegati alla catena | n | 1 |
| 1) Carico laterale tot. barche \geq di 40 mt (1) | kg | 71628,0192 |
| Diametro catena | mm | 30 |
| carico ROTTURA massimo catena | kg | 31900 |

| | |
|--|-------------|
| Grado di sicurezza a rottura min.=3 | 4,90 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | 2,45 |
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | 1,22 |

CATENARIE IMBARCAZIONI

La catenaria a cui saranno collegate le trappe di ormeggio delle imbarcazioni sarà realizzata con

Predimensionamento globale del sistema d'ormeggio con catenaria e corpi morti per imbarcazioni tra 25 e 40 mt

vento 40 kn

| | | |
|---|-------------------|----------|
| Lunghezza catenaria | Mt | 120,0 |
| barche collegate al pontile | | |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 40 mt (1) | kg | 71628,02 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente ai pontili | n. | 14 |
| 1) Dimensioni corpo morto pontile B*L*H | m | 2,5 |
| barche collegate direttamente alla catenaria | | |
| 2) Carico laterale tot. barche < di 12mt (2) | kg | 0 |
| 2) Numero tot di corpi morti intermedi su un lato non collegati direttamente ai pontili | n. | 1 |
| 2) Dimensioni corpo morto pontile B*L*H | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m ³ | 2400 |
| Massa del volume di acqua | kg/m ³ | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg | 12000 |

| | | |
|-------------------------------------|----|--------|
| Massa del corpo morto in cls 2) | kg | 12000 |
| Carico totale applicato | kg | 71628 |
| Resistenza totale catenaria | kg | 103125 |
| Grado di sicurezza ok se $\geq 1,3$ | | 1,4 |

verifica globale puntuale

| | | |
|--|----------|-----------------|
| coeff. attrito interno terreno | ang.att. | 27 |
| coeff. attrito cls-terreno | | 0,51 |
| H insabbiamento corpo morto | | 0,40 |
| peso terreno del fondo asciutto | | 2000 |
| coesione | | 0,1 |
| H fondo posa corpi morti | | 10 |
| Dist pontile - catenaria | | 10 |
| Dist prua - catenaria | | 10 |
| <hr/> | | |
| Corpi morti tipo 1 | | |
| angolo tiro catena orm. - pontile | | 45,00 |
| | | 5.978,6 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 1.659,65 |
| resistenza attrito con il fondo | | <u>7.638,27</u> |
| <hr/> | | |
| Corpi morti tipo 2 | | |
| angolo tiro catena orm. - Barca | | 45,00 |
| | | 5.978,6 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | | 3.502,99 |
| resistenza attrito con il fondo | | <u>9.481,61</u> |
| <hr/> | | |
| totale resistenza corpi morti tipo 1 | | 106.935,82 |
| totale resistenza corpi morti tipo 2 | | <u>9.481,61</u> |
| totale resistenza corpi morti tipo 1+2 | | 116.417,43 |
| Grado di sicurezza ok se ≥ 1.5 | | 1,63 |

(1) carico barche ormeggiate di poppa al pontile

VERIFICA CATENE

Verifica dimensionamento CATENE ORMEGGIO PONTILI per imbarcazioni fino a 40 mt

| | | |
|--|----|-------|
| Lunghezza pontile | Mt | 120,0 |
| numero di catene su un lato | n | 11 |
| numero pontili collegati alla catena | n | 1 |
| 1) Carico laterale tot. barche \geq di 40 mt (1) | kg | 71628 |
| carico su 1 catena | kg | 6512 |
| Diametro catena | mm | 30 |
| carico ROTTURA massimo catena | kg | 31900 |

Grado di sicurezza a rottura min.=4 **4,90**
Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 **2,45**

Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1**1,22****TRAPPE IMBARCAZIONI**

Le trappe d'ormeggio verso le imbarcazioni avranno la catena del diametro di 24 mm e cima del diametro di 30 mm HT

VERIFICA TRAPPE

**Verifica dimensionamento CATENE ORMEGGIO IMBARCAZIONI
(pendini) da 25 mt a 40 mt**

| | | |
|---|----|---------|
| Larghezza imbarcazione | Mt | 8,5 |
| numero di pendini obbligatori per 1 imbarc. | n | 2 |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 40 mt (1) | kg | 5073,65 |
| Diametro catena | mm | 24 |
| carico massimo catena | kg | 20400 |

Grado di sicurezza a rottura min.=4 **4,02**

Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 **2,01**

Grado di sicurezza punto lavoro pendini min.=1 **1,01**

Alla catena saranno collegate le cime d'ormeggio del diametro dimensionato con fattore di sicurezza pari almeno a 5

**Verifica dimensionamento CIME ORMEGGIO IMBARCAZIONI (pendini) DA
25 mt a 40 mt**

| | | |
|---|----|---------|
| Larghezza imbarcazione | Mt | 8,5 |
| numero di pendini obbligatori per 1 imbarc. | n | 2 |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 25 mt (1) | kg | 5073,65 |
| Diametro cima | mm | 40 |
| carico massimo a rottura cima | kg | 25100 |

Sicurezza vento frontale e 2 pendini rottura min.=5 **9,89**

Sicurezza vento 30° e 1 pendino rottura min.=5 **4,95**

PONTILI IMBARCAZIONI FINO A 25 MT

E' un pontile di 120 ml costituito da 10 moduli di 12 mt.

I corpi morti avranno dimensioni 2,5x2,5x0,80 e saranno predisposti con armatura interna diffusa del fi 10/18 cm e con 4 ganci esterni in acciaio del Fi 30 per l'aggancio delle catene che collegheranno tutti i corpi morti e i pontili.

Il sistema di ormeggio prevede catenarie separate tra pontili ed imbarcazioni.

Catenaria pontile

Ogni estremità dei pontili sarà collegata ai corpi morti con catene in base ai calcoli che seguono

Predimensionamento globale del sistema d'ormeggio con catenaria e corpi morti per imbarcazioni fino a mt

25

| | | |
|---|-------|------------|
| Lunghezza catenaria | Mt | 120,0 |
| barche collegate al pontile | | |
| = CONCATENA("1 Carico laterale tot. barche < di ";C1;" mt") | kg | 47724,77 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente ai pontili | n. | 10 |
| 1) Dimensioni corpo morto pontile B*L*H | m | 2,5 |
| barche collegate direttamente alla catenaria | | |
| 2) Carico laterale tot. barche < di 12mt (2) | kg | 0 |
| 2) Numero tot di corpi morti intermedi su un lato non collegati direttamente ai pontili | n. | 1 |
| 2) Dimensioni corpo morto pontile B*L*H | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m3 | 2400 |
| Massa del volume di acqua | kg/m3 | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |
| <hr/> | | |
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg | 12000 |
| Massa del corpo morto in cls 2) | kg | 12000 |
| Carico totale applicato | kg | 47725 |
| Resistenza totale catenaria | kg | 75625 |
| Grado di sicurezza ok se $\geq 1,3$ | | 1,6 |

verifica globale puntuale

| | | |
|---------------------------------|----------|------|
| coeff. attrito interno terreno | ang.att. | 27 |
| coeff. attrito cls-terreno | | 0,51 |
| H insabbiamento corpo morto | | 0,40 |
| peso terreno del fondo asciutto | | 2000 |
| coesione | | 0,1 |
| H fondo posa corpi morti | | 10 |
| Dist pontile - catenaria | | 20 |
| Dist prua - catenaria | | 20 |

Corpi morti tipo 1

| | |
|--|----------------|
| angolo tiro catena orm. - pontile | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | 5.978,6 |
| resistenza attrito con il fondo | 1.328,01 |
| | <hr/> 7.306,64 |

Corpi morti tipo 2

| | |
|--|----------------|
| angolo tiro catena orm. - Barca | 26,57 |
| resistenza passiva fondo su blocco affondato | 5.978,6 |
| resistenza attrito con il fondo | 3.502,99 |
| | <hr/> 9.481,61 |

| | |
|--|-------------|
| totale resistenza corpi morti tipo 1 | 73.066,37 |
| totale resistenza corpi morti tipo 2 | 9.481,61 |
| totale resistenza corpi morti tipo 1+2 | 82.547,98 |
| Grado di sicurezza ok se ≥ 1.5 | 1,73 |

(1) carico barche ormeggiate di poppa al pontile

VERIFICA CATENE

Verifica dimensionamento CATENE ORMEGGIO PONTILI per imbarcazioni fino a 25 mt

| | | |
|--|----|----------|
| Lunghezza pontile | Mt | 120,0 |
| numero di catene su un lato | n | 10 |
| numero pontili collegati alla catena | n | 1 |
| 1) Carico laterale tot. barche \geq di 40 mt (1) | kg | 47724,77 |
| Diametro catena | mm | 26 |
| carico ROTTURA massimo catena | kg | 23100 |

| | |
|--|-------------|
| Grado di sicurezza a rottura min.=3 | 4,84 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | 2,42 |
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | 1,21 |

CATENARIE IMBARCAZIONI

La catenaria a cui saranno collegate le trappe di ormeggio delle imbarcazioni sarà realizzata con corpi morti e catene uguali a quelli dei pontili

TRAPPE IMBARCAZIONI

Le trappe d'ormeggio verso le imbarcazioni avranno la catena del diametro di 26 mm e cima del diametro di 26 mm HT

VERIFICA TRAPPE

Verifica dimensionamento CATENE ORMEGGIO IMBARCAZIONI (pendini) fino a 25 mt

| | | |
|---|----|---------|
| Larghezza imbarcazione | Mt | 6,5 |
| numero di pendini obbligatori per 1 imbarc. | n | 2 |
| 1) Carico laterale tot. barche $>$ di 20 mt (1) | kg | 2585,09 |
| Diametro catena | mm | 18 |
| carico massimo catena | kg | 10900 |

| | |
|---|-------------|
| Grado di sicurezza a rottura min.=3 | 8,43 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | 4,22 |
| Grado di sicurezza punto lavoro tot pendini min.=1 | 2,11 |

Grado di sicurezza punto lavoro con 1 solo pendino min.=1**1,05**

Alla catena saranno collegate le cime d'ormeggio del diametro dimensionato con fattore di sicurezza pari almeno a 5

Cima alta tenacità diametro 30 mm carico rottura 14 350 kg

fattore sicurezza con 1 pendino = $14350 / 2585 = 5,55$.

**Verifica dimensionamento CIME ORMEGGIO IMBARCAZIONI
(pendini) fino a 25 mt**

| | | |
|---|----|---------|
| Larghezza imbarcazione | Mt | 6,5 |
| numero di pendini obbligatori per 1 imbarc. | n | 2 |
| 1) Carico laterale tot. barche < di 25 mt (1) | kg | 2585,09 |
| Diametro cima | mm | 30 |
| carico massimo a rottura cima | kg | 14350 |

Sicurezza vento frontale e 2 pendini rottura min.=5

11,10

Sicurezza vento 30° e 1 pendino rottura min.=5

5,55**SISTEMA DI ANCORAGGIO SINGOLI PER NAVI > DI 40 MT**

Per le navi tra 40 e 100 mt sono previsti ancoraggi singoli con apposite boe dimensionate per i relativi carichi .

In particolare la ditta Resinex, specializzata in questo tipo di attrezzature, ha individuato e dimensionato tre tipologie di boe per tre categorie di lunghezze:

- navi tra 40 e 60 mt boa tipo Resinex PEM 18x1000 SWL 25 T
- navi tra 60 e 80 mt boa tipo Resinex PEM 25x1000 SWL 55 T
- navi tra 80 e 100 mt boa tipo Resinex PEM 30x1000 SWL 85T

di seguito si riportano i dettagli e i dimensionamenti delle varie parti componenti l'ormeggio

NAVI > DI 40 FINO A 60 MT

Le boe saranno del tipo Resinex PEM 18x1000 SWL 25 T con le seguenti caratteristiche:

diametro 1800 mm altezza 1000 mm altezza totale 1880 mm

peso 800 kg spinta netta 1700 kg

La catena tra boa e corpo morto avrà diametro 38 mm di grado 3, con fattore sicurezza di almeno 4, i grilli e gli swivel avranno diametro 44 e carico di lavoro di 25 T.

L'ancoraggio sarà costituito da 2 corpi morti di dimensione 2,5x2,5x1.

Dimensionamento singolo ormeggio imbarcazioni

Vento
kn

40

| | | |
|--|-------------------|-------|
| Lunghezza max imbarcazione | Mt | 60,0 |
| barche collegate al corpo morto | | |
| 1) Carico tot. barche | kg | 12742 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente | n. | 2 |
| 1 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m ³ | 2500 |
| Massa del volume di acqua | kg/m ³ | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |

| | | |
|--|------------------|--------------|
| <i>Massa del corpo morto in cls 1)</i> | <i>kg</i> | <i>15625</i> |
| <i>Massa del corpo morto in cls 2)</i> | <i>kg</i> | |
| <i>Carico totale applicato</i> | <i>kg</i> | <i>12742</i> |
| <i>Resistenza totale catenaria</i> | <i>kg</i> | <i>18438</i> |
| Grado di sicurezza | >= 1,3 | 1,4 |

| | | |
|---|-------------|-------------|
| Verifica dimensionamento CATENE DI FONDO tra corpi morti e boa | vento kn | 40 |
| Lunghezza catena (distanza corpo morto-boa) | Mt | 13,8 |
| 1) Carico tot. barche < di 60 mt (1) | kg | 12742 |
| Diametro catena | mm | 38 |
| carico massimo catena | kg | 51200 |
| Grado di sicurezza a rottura min.=4 | | 4,02 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | | 2,01 |
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | | 1,00 |

| | | |
|---|-------------|-------------|
| Verifica dimensionamento grilli e swivel tra corpi morti e boa | vento kn | 40 |
| Lunghezza catena (distanza corpo morto-boa) | Mt | 13,8 |
| 1) Carico tot. barche < di 60 mt (1) | kg | 12742 |
| Diametro connettore | mm | 44 |
| carico massimo connettore | kg | 68728 |
| Grado di sicurezza a rottura min.=5 | | 5,39 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2,5 | | 2,70 |
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | | 1,08 |

si scelgono connettori diam 44 mm da 25 tonn di carico utile

NAVI > DI 60 FINO A 80 MT

Le boe saranno del tipo Resinex PEM 25x1000 SWL 55 T con le seguenti caratteristiche:

diametro 2500 mm altezza 1000 mm altezza totale 2010 mm
 peso 1500 kg spinta netta 3400 kg

La catena tra boa e corpo morto avrà diametro 54 mm di grado 3, con fattore sicurezza di almeno 4, i grilli e gli swivel avranno diametro 63 e carico di lavoro di 55 T. L'ancoraggio sarà costituito da 3 corpi morti di dimensione 2,5x2,5x1.

Dimensionamento singolo ormeggio imbarcazioni

| | |
|--|------------------------|
| Vento kn | 40 |
| Lunghezza imbarcazione | Mt 80,0 |
| barche collegate al corpo morto | |
| 1) Carico tot. barche | kg 20542 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente | n. 3 |
| 1 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m ³ 2500 |
| Massa del volume di acqua | kg/m ³ 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | 1 |

| | |
|---------------------------------|----------|
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg 15625 |
| Carico totale applicato | kg 20542 |
| Resistenza totale catenaria | kg 27656 |

| | | |
|---------------------------|------------------|------------|
| Grado di sicurezza | >= 1,3 | 1,3 |
|---------------------------|------------------|------------|

Verifica dimensionamento CATENE DI FONDO tra corpi morti e boa

| | |
|--|--------------|
| vento kn | 52 |
| Lunghezza catena (distanza corpo morto-boa) | Mt 13,8 |
| 1) Carico tot. barche < di 80 mt (1) | kg 20542 |
| Diametro catena | mm 50 |
| carico massimo catena | kg 88750 |
| Grado di sicurezza a rottura min.=4 | 4,32 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | 2,16 |
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | 1,08 |

| | | |
|--------------------------------|-----------|----------|
| si sceglie catena diam. | 54 | 5 |
|--------------------------------|-----------|----------|

Verifica dimensionamento grilli e swivel tra corpi morti e boa per imbarcazioni fino a 60 mt

| | |
|---|----------|
| Lunghezza catena (distanza corpo morto-boa) | Mt 13,8 |
| 1) Carico tot. barche < di 80 mt (1) | kg 20542 |

NAVI > DI 80 FINO A 100 MT

Le boe saranno del tipo Resinex PEM 30x1000 SWL 85 T con le seguenti caratteristiche:

diametro 3000 mm altezza 1000 mm altezza totale 2010 mm

peso 1675 kg spinta netta 5150 kg

La catena tra boa e corpo morto avrà diametro 60 mm di grado 3, con fattore sicurezza di almeno 4, i grilli e gli swivel avranno diametro 76 e carico di lavoro di 85 T.

| | | |
|--|------------------|--------------|
| Dimensionamento singolo ormeggio imbarcazioni | Vento kn | 40 |
| Lunghezza max imbarcazione | Mt | 100,0 |
| barche collegate al corpo morto | | |
| 1) Carico tot. barche | kg | 29752 |
| 1) Numero tot di corpi morti catenaria su un lato collegati direttamente | n. | 4 |
| 1 Dimensioni corpo morto B*L*H= 2,5*2,5*1 | m | 2,5 |
| Massa del volume di cls | kg/m3 | 2500 |
| Massa del volume di acqua | kg/m3 | 1025 |
| Coefficiente globale d'attrito c.m. Insabbiato | | 1 |
| Massa del corpo morto in cls 1) | kg | 15625 |
| Carico totale applicato | kg | 29752 |
| Resistenza totale catenaria | kg | 36875 |
| Grado di sicurezza | >= 1,3 | 1,2 |

| | | |
|---|-----------|-------------|
| Verifica dimensionamento CATENE DI FONDO tra corpi morti e boa | vento kn | 40 |
| Lunghezza catena (distanza corpo morto-boa) | Mt | 13,8 |
| 1) Carico tot. barche < di 100 mt (1) | kg | 29752 |
| Diametro catena | mm | 58 |
| carico massimo catena | kg | 119422 |
| Grado di sicurezza a rottura min.=4 | | 4,01 |
| Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2 | | 2,01 |
| Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 | | 1,00 |
| si sceglie catena diam. | 60 | 4,3 |

| | | |
|---|----------|--------|
| Verifica dimensionamento grilli e swivel tra corpi morti e boa | vento kn | 40 |
| Lunghezza catena (distanza corpo morto-boa) | Mt | 13,8 |
| 1) Carico tot. barche < di 100 mt (1) | kg | 29752 |
| Diametro connettore | mm | 64 |
| carico massimo connettore | kg | 145408 |

Grado di sicurezza a rottura min.=5 **4,89**
 Grado di sicurezza rispetto tens ammiss. min.=2,5 **2,44**
 Grado di sicurezza al punto di lavoro min.=1 **0,98**

| | | |
|---|----|-----|
| si sceglie connettore da 85 t di carico utile diam | 76 | 5,5 |
|---|----|-----|

