

Progetto <p style="text-align: center;">TCLV-S Venis Cruise 2.0 Nuovo Terminal Crociere di Venezia Bocca di Lido</p>	Opere marittime e strutture Studio Ing. Bruno Ballerini Via Caffaro, 27 16124 GENOVA Tel.: +39 010 2091295 e-mail: studioballerini@gmail.com <p style="text-align: right;">Ing. B. Ballerini</p>
Sito <p style="text-align: center;">Venezia</p>	Logistica DP Consulting S.r.l. Via Antonio Palladio 31021 MOGLIANO VENETO (TV) Tel.: +39 041 457219 e-mail: depiccoli.c@gmail.com <p style="text-align: right;">Sig. C. De Piccoli</p>
Committenti  DUFERCO SVILUPPO S.r.l. Via Armando Diaz, 248 25010 SAN ZENO NAVIGLIO (BS) Tel.: +39 030 21691 e-mail: info@dufercosviluppo.com <p style="text-align: right;">rappresentante società: Prof. Antonio Gozzi</p>	Progetto di inserimento paesaggistico Studio Associato Cristinelli & Cristinelli 3294, Cannareggio 30121 VENEZIA Tel.: +39 041 710238 e-mail: g.cristinelli@studiocristinelli.it <p style="text-align: right;">Prof. G. Cristinelli</p>
DP Consulting S.r.l. DP CONSULTING S.r.l. Via Antonio Palladio 31021 MOGLIANO VENETO (TV) Tel.: +39 041 457219 e-mail: depiccoli.c@gmail.com <p style="text-align: right;">rappresentante società: Sig. Cesare De Piccoli</p>	Aspetti autorizzativi e ambientali D'Apollonia S.p.A. Via San Nazaro, 19 16145 GENOVA Tel.: 010 3628148 e-mail: marco.compagnino@dapollonia.it <p style="text-align: right;">Ing. M. Pedullà Ing. M. Compagnino</p>
Responsabile del progetto  DUFERCO ENGINEERING S.p.A. Via Armando Diaz, 248 25010 SAN ZENO NAVIGLIO (BS) Tel.: +39 010 8930843 e-mail: info@eng.duferco.com <p style="text-align: right;">Ing. E. Palmisani</p>	Studio Idrodinamico IPROS Ingegneria Ambientale S.r.l. Corso del Popolo, 8 35131 PADOVA Tel.: 049 660647 e-mail: ipros@ipros.it <p style="text-align: right;">Ing. B. Matticchio</p>
	Geologo AD GEO Sistemi per l'Ambiente Strada di Polegge, 85 36100 VICENZA Tel.: +39 0444 8098661 e-mail: diego.albanese@inforgea.com <p style="text-align: right;">Dott. Geol. D. Albanese</p>

Titolo

6.9. Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio

Solo per uso esterno			
Autorizzato per:	Autorizzato da:	Ufficio:	Data
Richiesta d'Offerta			
Ordine			
Costruzione			
Approvazione Cliente			
Informazioni			

0	05/03/14	Prima emissione	B. Ballerini	E. Castelli	E. Palmisani
Rev.	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato

Codici gestionali				Identificazione documento				Pag.	di	
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG	S	0029	1	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero		

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
	PREMESSE	3
	MODALITÀ DI CALCOLO E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
	MATERIALI IMPIEGATI	4
2	ANALISI DEI CARICHI	5
	CARICHI VERTICALI	5
	Peso proprio strutture in c.a.....	5
	Peso proprio pavimentazioni in conglomerato bituminoso.....	5
	Sovraccarico uniformemente distribuito sulla banchina	5
	AZIONI ORIZZONTALI	5
	Azione del vento sulla nave ormeggiata.....	5
	Azione orizzontale dovuta all'urto della nave all'accosto	6
3	AZIONI SUL PIANO DI POSA (SLE)	10
	AZIONI VERTICALI IN FONDAZIONE.....	10
	AZIONI ORIZZONTALI E MOMENTI IN FONDAZIONE	11
4	AZIONI SUL PIANO DI POSA (SLU).....	12
	AZIONI VERTICALI IN FONDAZIONE.....	12
	AZIONI ORIZZONTALI E MOMENTI IN FONDAZIONE	12
5	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI SLU	13
	VERIFICA A SCORRIMENTO.....	13
	VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	13
	VERIFICA A CAPACITÀ PORTANTE	14
6	VERIFICHE DI AFFONDAMENTO E DI STABILITÀ NAUTICA.....	15
	IMPALCATO	15
	CASSONE CILINDRICO	16
7	CONCLUSIONI	18

 Duferco Engineering Duferco GROUP		6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio					
Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia		Identificazione documento TCLV 000 DENG D 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.				Pag.	di
						3	18

1 INTRODUZIONE

Premesse

La presente relazione riguarda il progetto di fattibilità delle strutture di un terminal crociere da realizzarsi all'imboccatura della laguna di Venezia in corrispondenza della Bocca di Lido.

Il nuovo banchinamento è previsto su impalcato a cassoni poggianti tramite pulvini su cassoni cilindrici.

La struttura così realizzata risulta modulare ed amovibile in ogni suo elemento.

Modalità di calcolo e normative di riferimento

D.M. 14/01/2008 : “Norme Tecniche per le Costruzioni”

Circ. 02/02/2009 n.617 : “Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008”

CNR-UNI 10011/97: “Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”

USA Department of Defense: “Unified Facilities Criteria – Design Moorings” (1995)

Per quanto riguarda l'adeguamento sismico delle strutture si è provveduto a redigere una relazione sul comportamento sismico delle strutture alle luce delle normative vigenti. Tale relazione è allegata agli elaborati di progetto.

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio						
Codici gestionali				Identificazione documento					Pag.	di
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG S	0029	0	4	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.	

Materiali impiegati

I materiali previsti sono:

Calcestruzzo

Classe di resistenza a compressione **C35/45**

Acciaio per c.a.

Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata **B450c**

Copriferro minimo per c.a.: **40 mm**

L'apertura massima delle fessure per le strutture in c.a. normale, trattandosi di strutture in ambiente aggressivo, è stata prevista che non superi né in condizioni frequenti che in condizioni di carichi di lunga durata sulle superfici esposte il limite di 0,2 mm.

 Dufenco Engineering Dufenco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio							
Codici gestionali				Identificazione documento							
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG S	0029	0	Pag.	di	
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.	5	18

2 ANALISI DEI CARICHI

Carichi verticali

Peso proprio strutture in c.a.

Per gli elementi in c.a. si assume un peso di volume pari a:

$$g_1 = 25 \text{ kN/m}^3$$

Peso proprio pavimentazioni in conglomerato bituminoso

Per le pavimentazioni in conglomerato bituminoso si assume un peso pari a

$$g_2 = 2 \text{ kN/m}^2$$

Sovraccarico uniformemente distribuito sulla banchina

Si assume un sovraccarico uniformemente distribuito sulla banchina pari a:

$$q_1 = 20 \text{ kN/m}^2$$

Azioni orizzontali

Azione del vento sulla nave ormeggiata

Facendo riferimento alle norme USA - UFC – Design of Moorings è stata comunque considerata anche una velocità massima di raffica pari a $v_{\max} = 38 \text{ m/sec}$ (~140 km/h), corrispondente alla velocità del vento in caso di uragano nella scala Beaufort.

 Duferco Engineering <small>Duferco GROUP</small>				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio							
Codici gestionali				Identificazione documento					Pag.	di	
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG	S	0029	0	6	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.		

$$A_H = 4250 \text{ m}^2$$

$$A_S = 9250 \text{ m}^2$$

$$A_Y = A_H + A_S = 13500 \text{ m}^2$$

$$h_R = 10 \text{ m}$$

$$h_H = A_H/L_{WL} = 13,7 \text{ m}$$

$$h_S = 46.5 \text{ m}$$

$$C = 1$$

Da cui si ricava:

$$C_{yw} = 1,22$$

$$F_{y \max} = 0,5 * 1,22 * 38^2 * 13500 * 1,22 = 14280 \text{ kN}$$

$$F_{y \text{ ref}} = 0,5 * 1,22 * 28^2 * 13500 * 1,22 = 7750 \text{ kN}$$

L'azione orizzontale dovuta al tiro delle navi sulle bitte viene considerata ripartita su 10 bitte e viene assunta prudenzialmente pari a

$$F = 1500 \text{ kN} \quad \text{su ciascuna bitta.}$$

Azione orizzontale dovuta all'urto della nave all'accosto

Determinazione della forza d'urto della nave sul pontile

Si considera l'urto di una nave avente le seguenti caratteristiche:

$$\text{Dead Weight Tonnage:} \quad \text{DWT} = 70.000 \text{ t}$$

$$\text{Dislocamento:} \quad \text{D} = 45.300 \text{ t}$$

 Dufenco Engineering Dufenco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio					
Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia				Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.				Pag.	di
								7	18

L'energia trasmessa dalla nave all'accosto viene valutata con l'espressione:

$$E = \frac{1}{2} \cdot M \cdot v^2 \cdot C_e \cdot C_m \cdot C_s \cdot C_c$$

in cui:

M : dislocamento della nave

v : velocità della nave all'accosto

C_e , C_m , C_s , C_c sono valori esplicitati ai punti successivi

Si fa riferimento per quanto segue al rapporto del gruppo di lavoro relativo alle linee guida per il progetto dei Sistemi di Difesa dell'Associazione Internazionale Permanente dei Congressi di Navigazione edito nel 2002 e alla Norme BS 6349.

Velocità della nave

Il valore della velocità della nave dipende da vari fattori.

In base all'osservazione di numerose operazioni viene suggerito il digramma che segue:

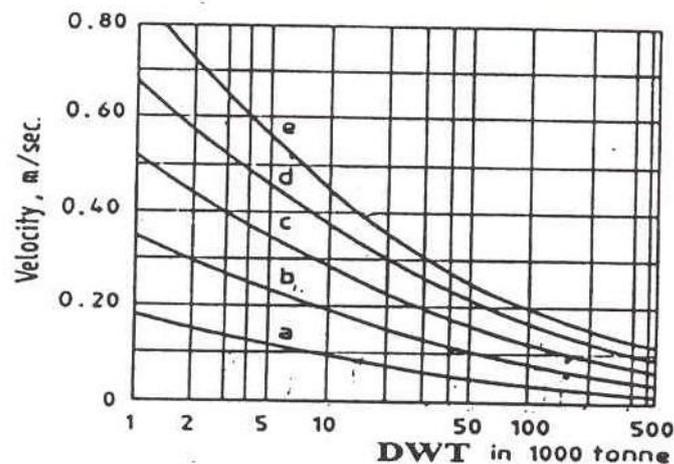


Figure 4.2.1. Design berthing velocity (mean value) as function of navigation conditions and size of vessel (Brolsma et al. 1977)

 Duferco Engineering Duferco GROUP		6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio					
Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia		Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.				Pag. 8	di 18

L'accosto può essere definito di tipo (b): accosto protetto, condizioni di accosto difficili.

In base al diagramma riportato la velocità, in relazione al dislocamento della nave considerata è assunta prudenzialmente pari a $v = 12$ cm/sec.

Fattore di eccentricità

Il fattore di eccentricità viene assunto, tenuto conto che si tratta di un accosto continuo pari a:

$$C_e = 0,50$$

Fattore di massa virtuale

Il fattore di massa virtuale viene assunto pari a:

$$C_m = (M_v + M) / M = 1,6$$

essendo : $M_v = 1,025 \times 220 \times 8,00^2 \times \pi / 2 = 22.658$ t

Fattore di rigidezza

Il fattore di rigidezza della nave, viene assunto pari a :

$$C_s = 1$$

Fattore di configurazione dell'accosto

Il fattore di configurazione dell'accosto, trattandosi di struttura continua, viene assunto prudenzialmente pari a:

$$C_c = 0,9$$

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio						
Codici gestionali				Identificazione documento					Pag.	di
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG S	0029	0	9	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.	

Pertanto l'energia all'accosto in base ai valori sopra esposti risulta la seguente:

$$E = 23,4 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Si prevedono parabordi in gomma cilindrici $\varnothing 1500 / 750 L = 2000$.

Dalle tabelle si ricava l'energia a metro quindi la forza d'urto residua risulta:

$$F = 100 \text{ t} = \mathbf{1000 \text{ kN}}$$

La pressione sullo scafo risulta:

$$p = \mathbf{3,5 \text{ kg/cm}^2}$$

Tale valore è compatibile con un corretto esercizio.

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio				
G.1.8.0 Sistema		Codici gestionali ST 000 TS Fase Area Tipologia		Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.			Pag. 10	di 18

3 AZIONI SUL PIANO DI POSA (SLE)

Azioni verticali in fondazione

Condizione di bassa marea (livello mare -1,00 s.l.m.m.)

Peso cassone parzialmente immerso :

$$G_1 = 11392 + 31,2*9,2*10,25 - (272 + 3*38,5)*8,2*10,25 = 7718 \text{ kN}$$

Peso impalcato parzialmente immerso :

$$G_2 = 11547 - (22,2*14)*2*10,25 = 5176 \text{ kN}$$

Peso pulvino :

$$G_3 = (7*0,9 + 5,6*1,1 - 4*1,3)*29,4*25 + 2*2*2,3*5,6*25 = 7800 \text{ kN}$$

Peso pavimentazione :

$$G_4 = 34*30*2,0 = 2040 \text{ kN}$$

Sovraccarico su impalcato :

$$Q_1 = 20*30*20 = 14400 \text{ kN}$$

Peso 1°solaio edificio :

$$G_5 = 14*30*10,0 = 4200 \text{ kN}$$

Peso 2°solaio edificio :

$$G_6 = 14*30*5,0 = 3000 \text{ kN}$$

Sovraccarico 1°solaio edificio :

$$Q_2 = 14*30*5,0 = 3000 \text{ kN}$$

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio					
Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia				Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.				Pag. 11	di 18

Sovraccarico 2°solaio edificio : $Q_3 = 14*30*5,0 = 3000 \text{ kN}$

Peso totale in fondazione : $N_{\max} = 50344 \text{ kN}$

Azioni orizzontali e momenti in fondazione

Le azioni orizzontali sono legate all'azione del vento o all'urto nave in accosto come precedentemente descritto.

Carico orizzontale massimo in fondazione : $H_{\max} = 1500 \text{ kN}$

Momento massimo in fondazione : $M_{\max}=17250 \text{ kN*m}$

 Dufenco Engineering Dufenco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio							
Codici gestionali				Identificazione documento						Pag.	di
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG	S	0029	0	12	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.		

4 AZIONI SUL PIANO DI POSA (SLU)

Azioni verticali in fondazione

Condizione di bassa marea (livello mare -1,00 s.l.m.m.)

Amplificando le azioni di cui al punto precedente si ottiene:

Peso totale in fondazione : $N_{Ed} = 1,3 \cdot 29934 + 1,5 \cdot (20400) = \mathbf{64054 \text{ kN}}$

Azioni orizzontali e momenti in fondazione

Le azioni orizzontali sono legate all'azione del vento o all'urto nave in accosto come precedentemente descritto.

Carico orizzontale massimo in fondazione : $H_{Ed} = 1500 \cdot 1,5 = \mathbf{2250 \text{ kN}}$

Momento massimo in fondazione : $M_{Ed} = 17250 \cdot 1,5 = \mathbf{25875 \text{ kN} \cdot \text{m}}$

 Duferco Engineering Duferco GROUP		6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio					
Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia		Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.				Pag.	di
						13	18

5 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI SLU

Verifica a scorrimento

Amplificando le azioni di cui al punto precedente si ottiene:

$$N_{Ed} = 284,9 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} = 34,5 \text{ kN}$$

Resistenza allo scorrimento alla base del plinto:

$$H_{Rd} = 50344 * \tan(32^\circ) / 1,1 = 28598 \text{ kN}$$

$$E_d / R_d = 2250 / 28598 = 0,08 \quad \ll \quad 1,0$$

La verifica risulta soddisfatta

Verifica a ribaltamento

Amplificando le azioni di cui al punto precedente si ottiene:

Azioni alla base della fondazione amplificate secondo la tabella 6.2.I:

$$N_{Ed} = 50344 * 0,9 = 45309 \text{ kN}$$

$$E_d = M_{xEd} = 17250 * 1,5 = 25875 \text{ kN*m}$$

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio						
Codici gestionali				Identificazione documento					Pag.	di
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG S	0029	0	14	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.	

Momento resistente rispetto al punto di rotazione della fondazione:

$$R_d = M_{x,Rd} = N_d * B/2 = 45309 * 17 = 770253 \text{ kN*m}$$

$$E_d / R_d = 25875 / 770253 = 0,03 \quad \ll \quad 1,0$$

$$E_d < R_d$$

La verifica risulta soddisfatta

Verifica a capacità portante

Si fa riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica.

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio				
Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia				Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.			Pag. 15	di 18

6 VERIFICHE DI AFFONDAMENTO E DI STABILITA' NAUTICA

Impalcato

Strutture cassone

Volume soletta inferiore:	93,2 m ³
Volume setti longitudinali:	130,5 m ³
Volume setti trasversali:	112,9 m ³
Volume dente di appoggio:	5,9 m ³
Volume soletta superiore:	119,3 m ³
Volume totale cls cassone:	461,9 m³
Peso totale cls cassone:	11547 kN

Calcolo immersione in galleggiamento

Volume di carena: $11547/10,25 = 1127 \text{ m}^3$

Immersione in galleggiamento: $1127/310,8 = \mathbf{3,63 \text{ m}}$

 Duferco Engineering Duferco GROUP	6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio							
	Codici gestionali G.1.8.0 ST 000 TS Sistema Fase Area Tipologia				Identificazione documento TCLV 000 DENG S 0029 0 Progetto Lotto Società D/S Numero Rev.			Pag.
							16	18

Verifica di stabilità nautica in galleggiamento

Calcolo centro di carena:

Volume di carena : 1127 m³
 Immersione in galleggiamento : 3,63 m
 Altezza centro di carena : **1,82 m**

Calcolo centro delle masse:

Altezza baricentro cassone : 2,92 m

Inerzia figura di galleggiamento : 5076 m⁴

a = 1,11 m

r = 4,51 m

r-a = 3,40 m

Cassone cilindrico

Strutture cassone

Volume solettone: 272 m³

Volume cilindri: 183,7 m³

Volume totale cls cassone: 455,7 m³

Peso totale cls cassone: 11392 kN

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio						
Codici gestionali				Identificazione documento					Pag.	di
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG S	0029	0	17	18
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.	

Calcolo immersione in galleggiamento

Volume di carena: 1106 m³

Immersione in galleggiamento: $0,8 + (1106 - 272) / 115,4 = 8,03 \text{ m}$

Verifica di stabilità nautica in galleggiamento

Calcolo centro di carena:

Volume di carena : 1106 m³

Immersione in galleggiamento : 8,03 m

Altezza centro di carena : **3,43 m**

Calcolo centro delle masse:

Altezza baricentro cassone : 2,52 m

Inerzia figura di galleggiamento : 353 m⁴

a = -0,91 m

r = 0,32 m

r-a = 1,23 m

 Duferco Engineering Duferco GROUP				6.9 Relazione di Calcolo Pontile di Ormeggio							
Codici gestionali				Identificazione documento						Pag.	di
G.1.8.0	ST	000	TS	TCLV	000	DENG S	0029	0	18	18	
Sistema	Fase	Area	Tipologia	Progetto	Lotto	Società	D/S	Numero	Rev.		

7 CONCLUSIONI

Le strutture del pontile di ormeggio risultano adeguate ad equilibrare le azioni nel rispetto delle norme vigenti.