

HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

PROGETTO ESECUTIVO

oggetto BANCHINE
BANCHINA N - NUOVO TERMINAL CONTAINER
RELAZIONE SUGLI ARREDI BANCHINA - BANCHINA "N1"

file 1114-E-BAN-ARS-RE-12-0.doc
codice 1114-E-BAN-ARS-RE-12-0

scala -

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	28/07/2021	Emissione per approvazione	C. Scarpa	L. Masiero	T. Tassi

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente



Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale
Via Antico Squero, 31
48122 Ravenna

contraente generale



Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



DEME - Dredging International NV
Haven 1025 - Scheldedijk 30
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



Technital S.p.A.
Via Carlo Cattaneo, 20
37121 Verona

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Busola



F&M Ingegneria SpA
Via Belvedere 8/10
30035 Mirano (VE)

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Tommaso Tassi



SISPI srl
Via Filangieri 11
80121 Napoli

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano

PROGETTO ESECUTIVO

BANCHINE

Relazione sugli arredi di banchina – Banchina “N1”

28 Luglio 2021

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**
ingegneria

F&M
ingegneria

SISPI
engineering

SOMMARIO

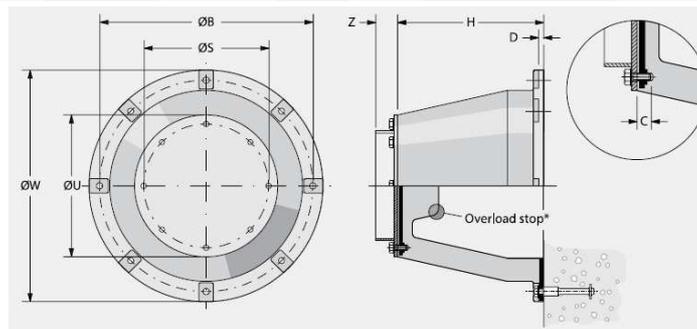
1	PREMESSA	3
2	FENDER	5
2.1	ENERGIA NORMALMENTE PRODOTTA DURANTE L'ATTRACCO (E_N)	5
2.2	ENERGIA DI ATTRACCO ANOMALA (E_A)	5
2.3	VELOCITÀ DI ACCOSTO (V_B)	6
2.4	COEFFICIENTE DI MASSA AGGIUNTA (C_M)	6
2.5	COEFFICIENTE DI ECCENTRICITÀ (C_E)	7
2.6	COEFFICIENTE DI DEFORMABILITÀ (C_S)	8
2.7	COEFFICIENTE DELLA CONFIGURAZIONE DI ATTRACCO (C_C)	8
2.8	ENERGIA DI ACCOSTO	9
2.9	SCELTA DEL FENDER	11
1.1	DETERMINAZIONE DELLA DIMENSIONE DEL PANNELLO	13
2	BITTE	14

1 PREMESSA

La relazione riporta il dimensionamento dei sistemi di difesa elastica (fender) e delle bitte d'ormeggio previsti lungo la banchina N1.

Saranno installati fender conici SCN1300 classe E1.9 aventi le seguenti caratteristiche:

	H	ØW	ØU	C	D	ØB	ØS	F0.9- 1.8 ANCHORS / HEAD BOLTS ^	F1.9- 3.1 ANCHORS / HEAD BOLTS ^	Z _{min}	WEIGHT
SCN 1000	1000	1600	980	50 – 65	40 – 50	1460	855	6 x M30	6 x M36	150	1125
SCN 1050	1050	1680	1030	50 – 65	45 – 55	1530	900	6 x M30	6 x M36	157	1360
SCN 1100	1100	1760	1080	50 – 65	50 – 58	1605	940	8 x M30	8 x M36	165	1567
SCN 1150	1150	1840	1125	55 – 70	50 – 58	1680	980	8 x M30	8 x M36	175	1779
SCN 1200	1200	1920	1175	57 – 80	50 – 58	1750	1025	8 x M30	8 x M42	180	2028
SCN 1300	1300	2080	1275	65 – 90	50 – 58	1900	1100	8 x M36	8 x M42	195	2455
SCN 1400	1400	2240	1370	65 – 90	60 – 70	2040	1195	8 x M36	8 x M42	210	3105
SCN 1600	1600	2560	1570	65 – 90	70 – 80	2335	1365	8 x M42	8 x M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	1765	75 – 100	70 – 80	2625	1540	10 x M42	10 x M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	1955	80 – 105	90 – 105	2920	1710	10 x M42	10 x M56	300	9560



$E_R = 1038.3 \text{ kNm}$ energia assorbita
 $R_R = 1352.6 \text{ kN}$ reazione

Le tipologie di navi considerate nel progetto esecutivo sono:

- **Vessel 1** (Container ship - Panamax) - Lunghezza pari a $L_{\max}=210 \text{ m}$ simile alla Relazione di cantierizzazione → dwt corrispondente 30.000 t
- **Vessel 2** (Container ship - Panamax) - Massimo dwt considerato 60.000 t per navi Panamax → corrispondente ad una lunghezza pari a $L_{\max}=290 \text{ m}$
- **Vessel 3** (Container ship – Post Panamax) – Considerato un dislocamento pari a 100.000 t (dwt=70.000 t) → corrispondente ad una lunghezza pari a $L_{\max}=280 \text{ m}$
- **Vessel 4** (Container ship – Post Panamax) - Massimo dwt considerato 100.000 t → corrispondente ad una lunghezza pari a $L_{\max}=326 \text{ m}$



dwt (t)	M _D (t)	L _{OA} (m)	L _{BP} (m)	B (m)	D (m)	F (m)	C _B ---
60,000	83,000	290	275	32.2	13.2	8.6	0.693
55,000	75,500	278	264	32.2	12.8	8.1	0.677
50,000	68,000	267	253	32.2	12.5	7.8	0.651
45,000	61,000	255	242	32.2	12.2	7.5	0.626
40,000	54,000	237	225	32.2	11.7	6.9	0.622
35,000	47,500	222	211	32.2	11.1	6.3	0.614
30,000	40,500	210	200	30.0	10.7	5.9	0.615
25,000	33,500	195	185	28.5	10.1	5.3	0.614
20,000	27,000	174	165	26.2	9.2	4.4	0.662
15,000	20,000	152	144	23.7	8.5	3.8	0.673
10,000	13,500	130	124	21.2	7.3	2.7	0.686



dwt (t)	M _D (t)	L _{OA} (m)	L _{BP} (m)	B (m)	D (m)	F (m)	C _B ---
70,000	100,000	280	266	41.8	13.8	9.2	0.636
65,000	92,000	274	260	41.2	13.5	8.9	0.621
60,000	84,000	268	255	39.8	13.2	8.6	0.612
55,000	76,500	261	248	38.3	12.8	8.1	0.614

Select Vessel
Vessel1

Vessel details

Ship type
Container Ships (Post-Panamax) TEU

Select dimension by
DWT

DWT (t) [Range - 55000 to 245000]
100000

DWT	100000	t
Displacement	140000	t
Length of ship	326	m
Length between perpendiculars	310	m
Beam	42.8	m
Laden draft	14.5	m

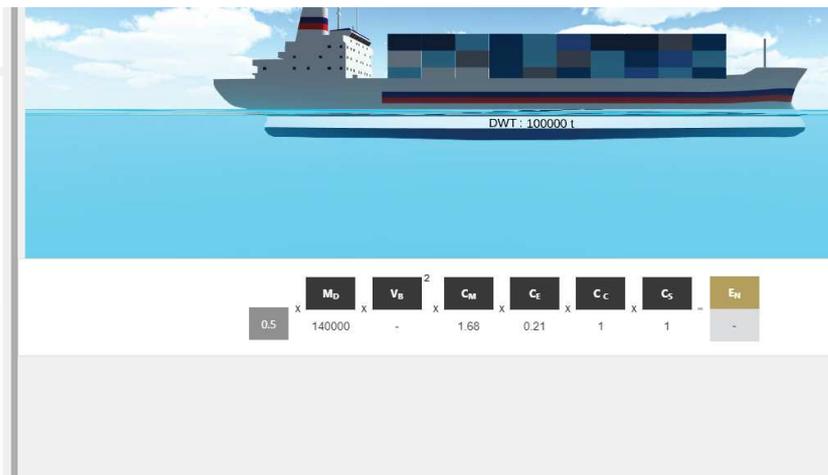


Figura 1 – Navi assunte per il calcolo dei fender in progetto

2 FENDER

L'energia cinetica prodotta durante l'attracco della nave deve essere assorbita da un sistema di parabordi adeguato. Il dimensionamento di tale sistema viene eseguito sulla base di ben noti metodi deterministici, che fanno riferimento alle "Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002" PIANC-AIPCN.

2.1 ENERGIA NORMALMENTE PRODOTTA DURANTE L'ATTRACCO (E_N)

Per l'ormeggio tipo "Side Berthing" (laterale), come nel caso in esame, l'espressione che definisce l'energia cinetica di accosto è la seguente:

$$E_N = \frac{1}{2} \cdot M_D \cdot V_B^2 \cdot C_M \cdot C_E \cdot C_S \cdot C_C$$

dove:

- M_D : dislocamento della nave in tonnellate (*displacement*);
- V_B : componente della velocità di avvicinamento ortogonale alla banchina (espressa in m/s);
- C_M : coefficiente di massa aggiunta – tiene conto della massa d'acqua trascinata dall'imbarcazione nel suo moto (*virtual mass factor*);
- C_E : coefficiente di eccentricità – tiene conto dell'eccentricità della manovra di attracco (*eccentricity factor*);
- C_S : coefficiente di deformabilità della parete dell'imbarcazione (*softness factor*);
- C_C : coefficiente della configurazione di attracco – tiene conto della tipologia di banchina su cui è posizionato il fender (*cushion factor*).

Nei paragrafi seguenti saranno illustrati tutti i fattori sopra elencati.

2.2 ENERGIA DI ATTRACCO ANOMALA (E_A)

Impatti anomali si traducono nell'incremento dell'energia di accosto. Le cause possono essere per errori umani, mal funzionamenti, condizioni atmosferiche eccezionali o una combinazione di questi fattori.

L'energia anomala (E_A) deve essere assorbita dai fender e può essere calcolata come segue:

$$E_A = FS \cdot E_N$$

dove:

- FS : fattore di sicurezza per l'attracco anomalo (scelto sulla base delle indicazioni dettate dal PIANC – cfr. Tabella 1);
- E_N : energia normalmente prodotta durante l'attracco.

Type of Berth Impact	Vessel	Factor for Abnormal Impact Applied to Berthing Energy (Cab)
Tanker and Bulk Cargo	Largest	1.25
	Smallest	1.75
Container	Largest	1.5
	Smallest	2.0
General Cargo		1.75
Ro-Ro and Ferries		2.0 or higher
Tugs, Work Boat, etc.		2.0

Tabella 1: Fattore di sicurezza in funzione della tipologia di nave in accosto (fonte: PIANC Report of working group n°33)

2.3 VELOCITÀ DI ACCOSTO (V_B)

La velocità di accosto dipende dalla difficoltà riscontrata nella manovra, dalla disposizione dell'ormeggio e dalle dimensioni della nave.

Tutte le possibili condizioni sono solitamente suddivise in 5 categorie, come illustrato nella Figura 2.

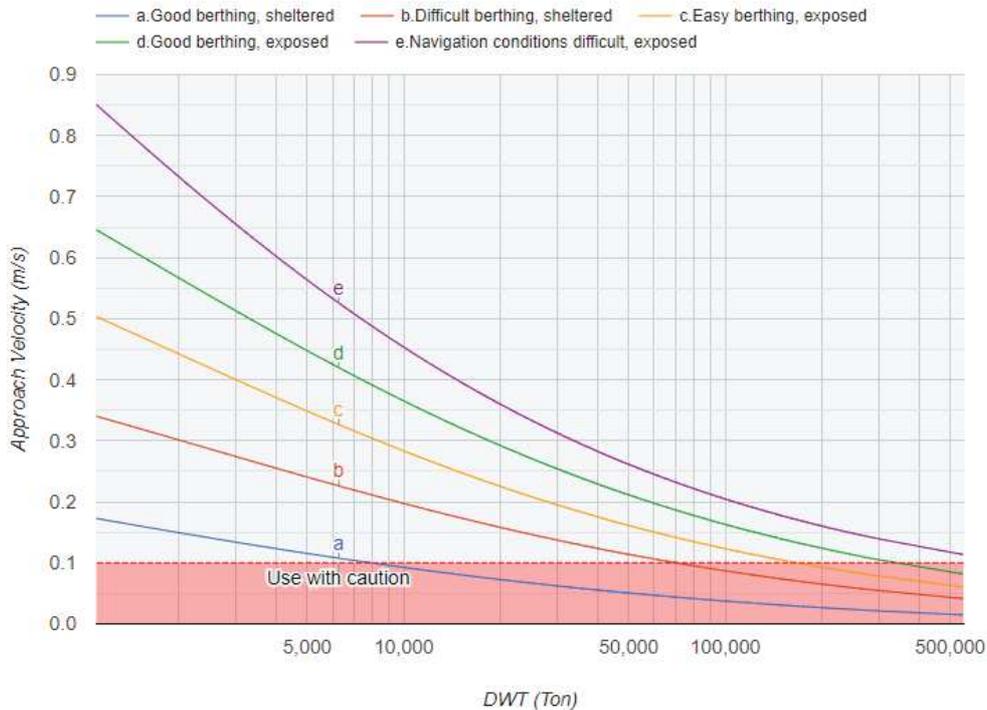


Figura 2: Curve di velocità di accosto (fonte: PIANC Report of working group n° 33)

Il canale Candiano presenta una configurazione lunga e stretta in cui si possono considerare ormeggi "riparati"; Le manovre di accosto possono essere considerate mediante la curva "a" ma per le tre tipologie di navi considerate si evidenziano valori inferiori a 0.1 m/s perciò si utilizza tale valore, come specificato nelle normative PIANC.

Si utilizza:	V _B [m/s]
Vessel 1 (30'000 DWT)	0.10
Vessel 2 (60'000 DWT):	0.10
Vessel 3 (70'000 DWT):	0.10
Vessel 3 (100'000 DWT):	0.10

2.4 COEFFICIENTE DI MASSA AGGIUNTA (C_M)

Il coefficiente di massa aggiunta consente di tener conto della massa virtuale d'acqua coinvolta nel movimento della nave, in aggiunta a quella della nave stessa.

Secondo il metodo di Vasco Costa (1964) il coefficiente è dato dall'espressione:

$$C_M = \frac{2 \cdot D}{B}$$

dove:

- D : pescaggio della nave;
- B : larghezza della chiglia.

Ne deriva:	C_M
Vessel 1 (30'000 DWT)	1.71
Vessel 2 (60'000 DWT):	1.82
Vessel 3 (70'000 DWT):	1.66
Vessel 3 (100'000 DWT):	1.68

2.5 COEFFICIENTE DI ECCENTRICITÀ (C_E)

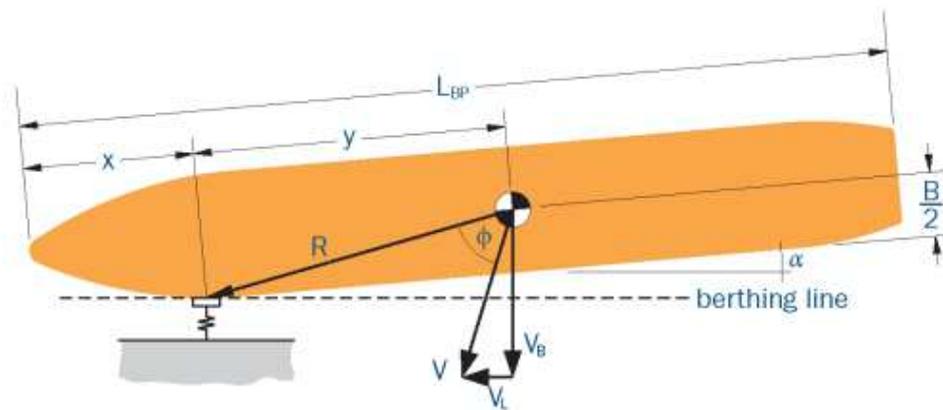
Il coefficiente di eccentricità considera la quota parte di energia cinetica assorbita dall'acqua stessa nel moto rotazionale dell'accosto. Dipende da diversi fattori variabili da caso a caso (angolo d'incidenza, raggio giratorio, distanza tra il centro di gravità della nave e il punto di contatto nave-parabordo ecc.) ed è espresso dalla formula:

$$C_E = \frac{K^2 \cdot (R^2 \cdot \cos^2 \gamma)}{K^2 + R^2}$$

dove:

$K = (0,19 C_b + 0,11) L_{BP}$ = Raggio di rotazione della nave $C_B = \frac{M_D}{L_{BP} \cdot B \cdot D \cdot \rho_{SW}}$ = Coefficiente di blocco M_D = Dislocamento della nave in tonnellate (displacement) L_{BP} = Lunghezza tra le perpendicolari B = Larghezza della chiglia D = Immersione massima (Draft) ρ_{SW} = Densità dell'acqua di mare
$R = \sqrt{\left[\frac{L_{BP}}{2} - x\right]^2 + \left[\frac{B}{2}\right]^2}$ = Distanza tra il baricentro della nave e il punto di impatto L_{BP} = Lunghezza tra le perpendicolari x = Massima distanza tra la prua e il punto di impatto B = Larghezza della chiglia
$\gamma = 90^\circ - \alpha - \arccos\left[\frac{B}{2R}\right]$ = Angolo del vettore velocità α = Angolo di incidenza con la banchina B = Larghezza della chiglia R = Distanza tra il baricentro della nave e il punto di impatto

Si assume l'angolo di incidenza con la banchina pari a $\alpha = 10^\circ$ e la distanza tra la prua e il punto d'impatto pari a $x = \frac{L_{BP}}{4}$



V_L = longitudinal velocity component (forward or astern)

Figura 3: Schema per il calcolo di C_E (fonte: PIANC Report of working group n° 33)

Ne deriva:	C_E
Vessel 1 (30'000 DWT)	0.55
Vessel 2 (60'000 DWT):	0.55
Vessel 3 (70'000 DWT):	0.56
Vessel 3 (100'000 DWT):	0.57

2.6 COEFFICIENTE DI DEFORMABILITÀ (C_S)

Il coefficiente di deformabilità è determinato dal rapporto tra l'elasticità del fender e quella dello scafo della nave, che assorbe quindi una frazione dell'energia in gioco.

δ_F (mm)	≤ 150	> 150
C_S	1	0.9

Tabella 2: Valore del coefficiente C_S in funzione dell'elasticità del sistema

In via cautelativa si utilizza:	C_S
Vessel 1 (30'000 DWT)	1
Vessel 2 (60'000 DWT):	1
Vessel 3 (70'000 DWT):	1
Vessel 3 (100'000 DWT):	1

2.7 COEFFICIENTE DELLA CONFIGURAZIONE DI ATTRACCO (C_C)

Il coefficiente di configurazione dell'attracco dipende dalla tipologia di struttura della banchina di accosto, aperta nel caso di implacato su pali o chiusa nel caso di paratia continua o cassoni.

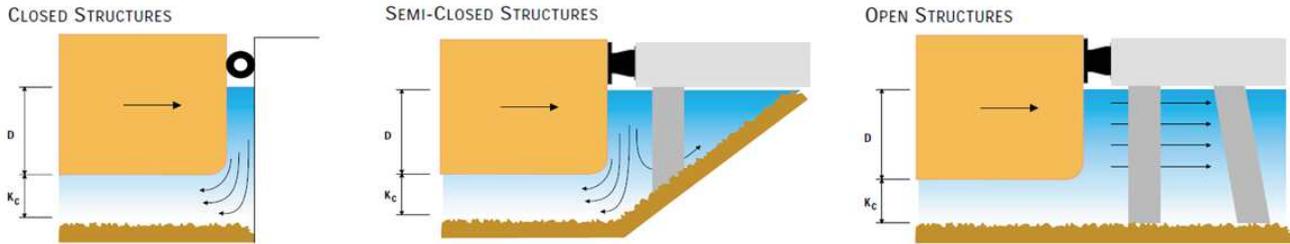


Figura 4: Tipologie di banchina per il calcolo del coefficiente C_c

Il movimento laterale della nave è contrastato dal movimento della massa d'acqua compresa tra la parte immersa dello scafo, il fondo marino e la banchina.

Stabilita la tipologia di banchina, il coefficiente C_c è valutato sulla base del rapporto tra distanza tra chiglia e fondale (K_c) e pescaggio della nave (D) come riportato nella Tabella 3.

Nel caso in esame la struttura è di tipo chiuso

Tipo di struttura	C_c	
	$K_c/D \leq 5$	$K_c/D > 5$
Chiusa	0.8	0.9
Semi-chiusa	0.9	1
Aperta	1	1

Tabella 3: Valore del coefficiente C_c in funzione della tipologia di banchina

	K_c/D	C_c
Vessel 1 (30'000 DWT)	$3.8/10.7 = 0.355 < 5$	0.8
Vessel 2 (60'000 DWT):	$1.3/13.2 = 0.098 < 5$	0.8
Vessel 3 (70'000 DWT):	$0.70/13.8 = 0.05 < 5$	0.8
Vessel 3 (100'000 DWT):	$0/14.5 = 0 < 5$	0.8

2.8 ENERGIA DI ACCOSTO

Riassumendo, l'energia normalmente prodotta durante l'accosto risulta essere pari a:

Vessel details :

Vessel type	Vessel1	Vessel2	Vessel3	Vessel4
Ship type	Container Ships (Panamax) TEU	Container Ships (Panamax) TEU	Container Ships (Post-Panamax) TEU	Container Ships (Post-Panamax) TEU
Dimension by	DWT	DWT	DWT	DWT
DWT(t)	40000	60000	70000	100000
Displacement(t)	54000	83000	100000	140000
Length of ship(m)	237	290	280	326
Length between perpendiculars(m)	225	275	266	310
Beam(m)	32.2	32.2	41.8	42.8
Laden draft(m)	11.7	13.2	13.8	14.5
Block coefficient (C_B)	0.622	0.693	0.636	0.710
Free board(m)	6.9	8.6	9.2	0

Berthing scenario :

Approach	Side berthing	Side berthing	Side berthing	Side berthing
Type of structure	Closed structure	Closed structure	Closed structure	Closed structure
Berthing angle(°)	10	10	10	10
Distance from bow to point of impact(%)	25	25	25	25
Under keel clearance(m)	7.60	5.90	5.30	0.50
Added mass calculation method	Vasco costa	Vasco costa	Vasco costa	Vasco costa
Added mass coefficient	1.73	1.82	1.66	1.68
Eccentricity coefficient	0.54	0.55	0.56	0.57
Berth configuration coefficient	1	1	1	1
Softness factor	1	1	1	1
Radius of gyration(K)	51.34	66.46	61.40	75.92
Impact of center of mass(R)	58.51	70.61	69.71	80.40

Speed :

Berthing condition	Good berthing sheltered	Good berthing sheltered	Good berthing sheltered	Good berthing sheltered
Berthing velocity(m/s)	0.10	0.1	0.1	0.1
Normal energy (E_n) (kNm)	252.23	415.42	464.80	670.32
Safety factor	1.69	1.5	1.88	1.50 *
Abnormal energy (E_a) (kNm)	426.27	623.13	873.82	1005.48

* - Modified by user

2.9 SCELTA DEL FENDER

Come conseguenza dei valori sopra esposti, è prevista l'adozione di un fender conico tipo Trelleborg SCN1300 E1.9 o equivalente, avente le seguenti caratteristiche:



Super Cone Fenders

PERFORMANCE DATA*

			F 0.9 [^]	F 1.0	F 1.1	F 1.2	F 1.3	F 1.4	F 1.5	F 1.6	F 1.7	F 1.8	F 1.9	F 2.0
1050	CV	E	392.0	435.0	446.6	458.2	469.8	481.4	493.0	504.4	515.8	527.2	538.6	550.0
		R	626.0	695.0	713.4	731.8	750.2	768.6	787.0	813.4	839.8	866.2	892.6	919.0
	RPD	E _R	427.3	474.2	486.8	499.4	512.1	524.7	537.4	549.8	562.2	574.6	587.1	599.5
		R _R	682.3	757.6	777.6	797.7	817.7	837.8	857.8	886.6	915.4	944.2	972.9	1001.7
1100	CV	E	450.0	500.0	513.6	527.2	540.8	554.4	568.0	581.4	594.8	608.2	621.6	635.0
		R	685.0	761.0	781.6	802.2	822.8	843.4	864.0	893.4	922.8	952.2	981.6	1011.0
	RPD	E _R	490.5	545.0	559.8	574.6	589.5	604.3	619.1	633.7	648.3	662.9	677.5	692.2
		R _R	746.7	829.5	851.9	874.4	896.9	919.3	941.8	973.8	1005.9	1037.9	1069.9	1102.0
1150	CV	E	514.1	570.3	585.5	600.7	616	631.2	646.4	661.6	676.8	692	707.2	722.4
		R	750	833.2	855.1	877.1	899	921	942.9	974.9	1007	1039	1071	1103
	RPD	E _R	560.3	621.7	638.2	654.8	671.4	688	704.5	721.1	737.7	754.3	770.9	787.4
		R _R	817.5	908.2	932.1	956	979.9	1003.9	1027.8	1062.7	1097.6	1132.5	1167.3	1202.2
1200	CV	E	585.0	650.0	667.6	685.2	702.8	720.4	738.0	755.4	772.8	790.2	807.6	825.0
		R	818.1	909.0	933.4	957.8	982.2	1006.6	1031.0	1066.0	1101.0	1136.0	1171.0	1206.0
	RPD	E _R	637.7	708.5	727.7	746.9	766.1	785.2	804.4	823.4	842.4	861.3	880.3	899.3
		R _R	891.7	990.8	1017.4	1044.0	1070.6	1097.2	1123.8	1161.9	1200.1	1238.2	1276.4	1314.5
1300	CV	E	742.5	825.0	847.0	869.0	891.0	913.0	935.0	957.0	979.0	1001.0	1023.0	1045.0
		R	957.6	1064.0	1092.4	1120.8	1149.2	1177.6	1206.0	1246.6	1287.2	1327.8	1368.4	1409.0
	RPD	E _R	805.6	895.1	919.0	942.9	966.7	990.6	1014.5	1038.3	1062.2	1086.1	1110.0	1133.8
		R _R	1039.0	1154.4	1185.3	1216.1	1246.9	1277.7	1308.5	1352.6	1396.6	1440.7	1484.7	1528.8
1400	CV	E	927.0	1030.0	1057.6	1085.2	1112.8	1140.4	1168.0	1195.4	1222.8	1250.2	1277.6	1305.0
		R	1111.5	1235.0	1268.0	1301.0	1334.0	1367.0	1400.0	1447.2	1494.4	1541.6	1588.8	1636.0
	RPD	E _R	1001.2	1112.4	1142.2	1172.0	1201.8	1231.6	1261.4	1291.0	1320.6	1350.2	1379.8	1409.4
		R _R	1200.4	1333.8	1369.4	1405.1	1440.7	1476.4	1512.0	1563.0	1614.0	1664.9	1715.9	1766.9
1600	CV	E	1381.5	1535.0	1576.6	1618.2	1659.8	1701.4	1743.0	1784.4	1825.8	1867.2	1908.6	1950.0
		R	1447.2	1608.0	1651.6	1695.2	1738.8	1782.4	1826.0	1888.0	1950.0	2012.0	2074.0	2136.0
	RPD	E _R	1478.2	1642.5	1687.0	1731.5	1776.0	1820.5	1865.0	1909.3	1953.6	1997.9	2042.2	2086.5
		R _R	1548.5	1720.6	1767.2	1813.9	1860.5	1907.2	1953.8	2020.2	2086.5	2152.8	2219.2	2285.5
1800	CV	E	1966.5	2185.0	2244.0	2303.0	2362.0	2421.0	2480.0	2539.0	2598.0	2657.0	2716.0	2775.0
		R	1835.1	2039.0	2094.0	2149.0	2204.0	2259.0	2314.0	2392.6	2471.2	2549.8	2628.4	2707.0
	RPD	E _R	2094.3	2327.0	2389.9	2452.7	2515.5	2578.4	2641.2	2704.0	2766.9	2829.7	2892.5	2955.4
		R _R	1954.4	2171.5	2230.1	2288.7	2347.3	2405.8	2464.4	2548.1	2631.8	2715.5	2799.2	2883.0
2000	CV	E	2700.0	3000.0	3080.0	3160.0	3240.0	3320.0	3400.0	3480.0	3560.0	3640.0	3720.0	3800.0
		R	2259.9	2511.0	2578.0	2645.0	2712.0	2779.0	2846.0	2941.8	3037.6	3133.4	3229.2	3325.0
	RPD	E _R	2862.0	3180.0	3264.8	3349.6	3434.4	3519.2	3604.0	3688.8	3773.6	3858.4	3943.2	4028.0
		R _R	2395.5	2661.7	2732.7	2803.7	2874.7	2945.7	3016.8	3118.3	3219.9	3321.4	3423.0	3524.5
2250	CV	E	3843.9	4271.0	4385.0	4499.0	4613.0	4727.0	4841.0	4955.0	5069.0	5183.0	5297.0	5411.0
		R	2871.9	3191.0	3276.0	3361.0	3446.0	3531.0	3616.0	3738.0	3860.0	3982.0	4104.0	4226.0
	RPD	E _R	4036.1	4484.6	4604.3	4724.0	4843.7	4963.4	5083.1	5202.8	5322.5	5442.2	5561.9	5681.6
		R _R	3015.5	3350.6	3439.8	3529.1	3618.3	3707.6	3796.8	3924.9	4053.0	4181.1	4309.2	4437.3
2500	CV	E	5273.5	5859.4	6015.6	6171.9	6328.1	6484.4	6640.6	6796.9	6953.2	7109.4	7265.7	7422.0
		R	3531.1	3923.4	4028.1	4132.8	4237.5	4342.2	4446.9	4596.6	4746.3	4895.9	5045.6	5195.3
	RPD	E _R	5537.1	6152.4	6316.4	6480.5	6644.5	6808.6	6972.6	7136.7	7300.8	7464.9	7629.0	7793.1
		R _R	3707.6	4119.6	4229.5	4339.4	4449.4	4559.3	4669.2	4826.4	4983.6	5140.7	5297.9	5455.1

[^] Fender grades below F0.9 are available upon request.

[Units: kNm, kN]

*Note:

1. CV: slow speed constant velocity (2-8mm/s) compression.

- $E_R = 1110.0$ kNm: energia assorbita dal fender
- $R_R = 1484.7$ kN: reazione

La capacità di assorbimento dei parabordi ha una tolleranza del $\pm 10\%$, per cui deve essere verificato che:

$$E_A \leq \frac{E_R}{1.1}$$

Nel caso più gravoso (Vessel 4) si ha:

$$1005.48 \text{ kNm} \leq \frac{1110.0}{1.1} = 1009.1 \text{ kNm}$$

Quindi risulta verificato.

1.1 DETERMINAZIONE DELLA DIMENSIONE DEL PANNELLO

Una volta determinato il tipo di parabordo risulta necessario definire la dimensione del pannello in base ai dati di reazione dettata dal parabordo, affinché la massima pressione agente sullo scafo dell'imbarcazione risulti minore della massima pressione ammissibile (Cfr. PIANC:2002 tabella 4.4.1).

Type of vessel	Hull Pressure kN/m ²
Container vessels 1st and 2nd generation	<400
3rd generation (Panamax)	<300
4th generation	<250
5th and 6th generation (Superpost Panamax)	<200
General cargo vessels	
=/ < 20.000 DWT	400-700
> 20.000 DWT 40	<400
Oil tankers	
=/ < 60.000 DWT	<300
> 60.000 DWT	<350
VLCC	150-200
Gas carriers (LNG /LPG)	<200
Bulk carriers	<200
SWATH	}
RO-RO vessels	} these vessels are usually belted
Passenger Vessels	}

Quindi:

Nave	Hull pressure (kN/m ²)
Vessel 1 (Panamax)	300
Vessel 2 (Panamax):	300
Vessel 3 (Post Panamax):	250
Vessel 3 (Post Panamax):	250

Dividendo la reazione del fender per la pressione ammissibile (*Hull pressure*) si ottiene l'area minima necessaria del pannello.

Nel caso più gravoso si ha $A = 1484.7 / 250 = 5.9 \text{ m}^2$.

Si utilizza il pannello previsto nel PD pari a $3 \times 2.3 \text{ m} = 6.9 \text{ mq}$

2 BITTE

La norma BS 6349 suggerisce, come riportato nella seguente tabella estratta, per navi di tra 50'000 e 100'000 ton, di utilizzare bitte di ormeggio da 100 ton.

Displacement	Approx, bollard rating
Up to 2,000 tonnes	10 tonnes
2,000 – 10,000 tonnes	30 tonnes
10,000 – 20,000 tonnes	60 tonnes
20,000 – 50,000 tonnes	80 tonnes
50,000 – 100,000 tonnes	100 tonnes
100,000 – 200,000 tonnes	150 tonnes
over 200,000 tonnes	200 tonnes

Per la banchina N1 sono previste bitte da 100 ton.