

**PARTE II REGRAS PARA CONSTRUÇÃO
E CLASSIFICAÇÃO DE NAVIOS
IDENTIFICADOS POR SUAS MISSÕES**

TÍTULO 12 NAVIOS DE CONTAINERS

SEÇÃO 2 ESTRUTURA

CAPÍTULOS

- A ABORDAGEM
- B MATERIAIS E MÃO – DE – OBRA
- Ver Título 11
- C MATERIAIS E MÃO-DE-OBRA
- Ver Título 11
- D PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO
- Ver Título 11
- E PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS
SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS
- F DIMENSIONAMENTOS POR
SISTEMAS DA ESTRUTURA
- Ver Título 11
- G PRINCÍPIOS DE PROJETO DA VIGA
NAVIO
- Ver Título 11
- H DIMENSIONAMENTO GLOBAL DA
VIGA NAVIO
- Ver Título 11
- I COMPLEMENTOS DA ESTRUTURA
- Ver Título 11
- T INSPEÇÕES E TESTES
- Ver Título 11

CONTEÚDO

CAPÍTULO A	4
ABORDAGEM	4
A1. APLICAÇÃO	4
100. <i>Aplicação</i>	4
A2. DEFINIÇÕES	4
CAPÍTULO E	4
PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS	4
E2. CONFIGURAÇÕES	4
100. <i>Configurações típicas</i>	4
200. <i>Princípios de projeto para a estrutura do convés</i> 5	
300. <i>Princípios de projeto para estruturas do costado incluindo tanques laterais</i>	6
400. <i>Princípios de projeto para estrutura de anteparas transversais</i>	6
500. <i>Princípios de projeto para a estrutura do fundo duplo</i>	6
600. <i>Continuidade estrutural</i>	6
E3. CARREGAMENTOS	6
100. <i>Abrangência</i>	6
200. <i>Cargas introduzidas pelos containers</i>	6
300. <i>Configuração de forças</i>	7
E4. EQUAÇÃO GERAL PARA MÓDULO RESISTENTE DE VIGAS	7
E5. SELEÇÃO DOS ESCANTILHÕES A UTILIZAR	7

CAPÍTULO A ABORDAGEM

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

A1. APLICAÇÃO

A2. DEFINIÇÕES
- Ver Título 11

A1. APLICAÇÃO

100. Aplicação

101. Navios em conformidade com este Título são elegíveis para a Menção de Classe Container.

102. Os requerimentos deste Capítulo são adicionais aos da Parte II, Título 11, Seção 2.

A2. DEFINIÇÕES

Ver Título 11

CAPÍTULO E PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

E1. CÁLCULO DIRETO
- Ver Título 11

E2. CONFIGURAÇÕES

E3. CARREGAMENTOS

E4. EQUAÇÃO GERAL PARA MÓDULO
RESISTENTE DE VIGAS
- Ver Título 11

E5. SELEÇÃO DOS ESCANTILHÕES A UTILIZAR
- Ver Título 11

E2. CONFIGURAÇÕES

100. Configurações típicas

101. Em geral, navios porta container são dotados de casco duplo na região dos porões de carga. O casco duplo é utilizado como tanques de lastro ou óleo combustível. Na maior parte dos casos, a seção superior do casco duplo

é empregada como passagem. Navios porta containers menores podem ser dotados de casco simples.

102. Em adição a contribuição para a resistência ao cisalhamento da viga navio, o casco duplo forma o limite externo dos porões de carga e é a primeira linha de defesa contra ingresso de água em caso de avaria.

103. Dois diferentes tipos de anteparas são encontrados nos porões de navios porta container: anteparas estanques e não estanques.

104. As anteparas localizadas na extremidade de cada porão são tipicamente contruídas como anteparas de duplo chapeamento com reforços internos. Um dos lados do chapeamento é fechado e estanque, o outro lado com aberturas (Ver Figura F.E2.107.2).

105. As anteparas não estanques são construídas como anteparas de duplo chapeamento, com aberturas em ambos os lados (ver figura F.E2.107.1).

106. Normalmente, as anteparas são dotadas de cell guides (guias) para guiar os containers durante as operações de carga e descarga bem como para apoiar os containers durante a viagem.

107. **Cell guides** são estruturas verticais reforçadas construídas de metal instaladas nos porões dos navios. Tais estruturas guiam os containers em fileiras bem definidas durante o processo de carregamento e evitam o deslizamento e tombamento dos containers devido aos movimentos do navio. Ver figuras F.E2.107.1 e F.E2.107.2.

FIGURA F.E2.107.1 – CELL GUIDES EM UM TANQUE DE UM NAVIO PORTA CONTAINER



FIGURA F.F2.107.2 – CELL GUIDE SUPERIOR EM UM TANQUE DE UM NAVIO PORTA CONTAINER



200. Princípios de projeto para a estrutura do convés

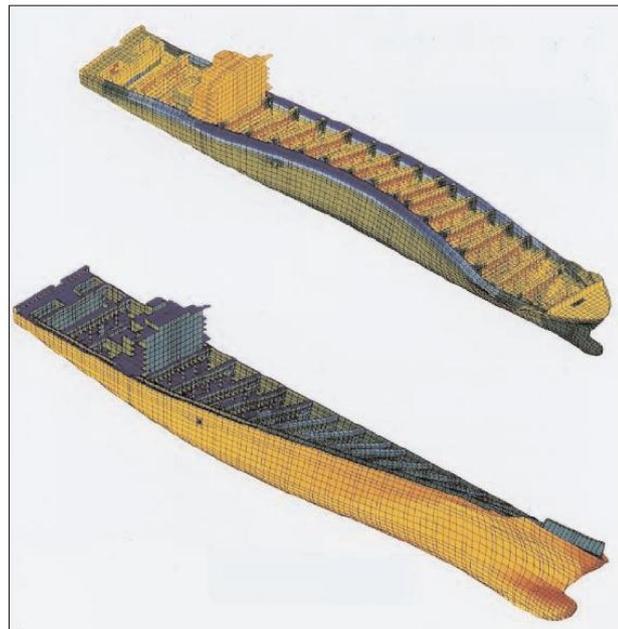
201. No cálculo da estrutura do convés pelas Regras ou através de métodos de cálculo diretos, os seguintes fatores devem ser levados em consideração:

- a. devido às grandes aberturas de escotilha para o carregamento e descarregamento de contentores a estrutura do casco é muito flexível, mostrando possíveis deformações elásticas em águas agitadas, bem como tensões longitudinais elevadas.
- b. normalmente navios porta containers só apresentam momento de alquebramento em águas calmas apresentando tensões de tração nas estruturas longitudinais de convés contínuo, como braçolas longitudinais das escotilhas, chapeamento do convés superior e longitudinais.
- c. a gama destes esforços de flexão superior estende-se sobre a toda a área do porão de carga. Sicordas, embora, em

geral não completamente eficazes para a resistência longitudinal da viga navio, também estão sujeitas a tensões longitudinais altos.

d. em particular no caso do uso de aço de alta tensão em tais áreas onde os esforços são maiores, atenção especial deve ser dada à concepção de detalhes da estrutura.

FIGURA F.E2.201.1 – TENSÕES NO CONVÉS



e. a estrutura do convés entre as escotilhas de carga está sujeita a compressão transversal pela pressão da água no costado e flexão devido a distorção longitudinal a viga navio sob a ação de ondas.

f. as áreas ao redor dos cantos das escotilhas de carga podem ser submetidas a tensões cíclicas significativas devido ao efeito combinado de momentos de flexão e de cargas transversais e torcionais.

g. as braçolas de escotilha podem ser submetidas a concentração de tensão em suas extremidades.

h. forças de atrito significativas na região de apoio das tampas de escotilha podem resultar de deformações elásticas da estrutura do convés em combinação com as tampas de escotilha que são extremamente rígidas quanto a cargas horizontais.

i. deve ser considerado um fator de corrosão devido as altas temperaturas no convés e no chapeamento das tampas de escotilha.

202. Devem ser instalados reforços locais sob os cantos dos containers.

203. As conexões das sicordas na região dos

porões com as da região da Praça de Máquinas, bem como das extremidades de popa e proa, devem ser projetadas de forma a assegurar a transmissão de tensões de forma adequada.

300. Princípios de projeto para estruturas do costado incluindo tanques laterais

301. Ao calcular as estruturas do costado, incluindo os tanques, seja pelas Regras ou por cálculo direto, os seguintes fatores devem ser considerados:

a. a estrutura do costado está sujeita a avarias geradas por contato com o cais durante a atracação e mastros da carga e do equipamento de manuseio da carga durante as operações de carga e descarga.

b. nas áreas de estrutura longitudinal o costado é mais sujeito a avarias devido a ação de defensas e rebocadores. Um posicionamento cuidadoso das partes reforçadas da estrutura do costado podem evitar esses danos.

c. em alguns casos, cell guides são instaladas em anteparas longitudinais de forma a melhor guiar o posicionamento dos containers e evitar deslizamento, tombamento dos mesmos devido aos movimentos do navio.

d. a estrutura nas regiões de transição nas extremidades de vante e de ré do navio está sujeita a concentrações de tensões devidas a descontinuidades estruturais.

e. a falta de continuidade da estrutura longitudinal e a crescente flexibilidade da estrutura do costado nas regiões de transição está mais sujeita a trincas.

400. Princípios de projeto para estrutura de anteparas transversais

401. As anteparas constituem elementos principais na resistência transversal no projeto do navio. Adicionalmente, a subdivisão por anteparas estanques evita alagamento em situações de emergência. Ao calcular as estruturas dessas anteparas, seja pelas Regras ou por cálculo direto, os seguintes fatores devem ser considerados:

402. **Reforços estruturais na região dos cell guides:** onde cell guides estão instalados em anteparas transversais ou longitudinais que sejam limites de porões, tais estruturas devem ser adequadamente reforçadas levando em conta os esforços transmitidos pelos cell guides.

500. Princípios de projeto para a estrutura do fundo duplo

501. Ao calcular as estruturas do fundo duplo, seja pelas Regras ou por cálculo direto, os seguintes fatores devem ser considerados:

a. adicionalmente à contribuição para a resistência longitudinal do navio, a estrutura de fundo duplo serve de suporte para a carga nos porões.

b. a estrutura do teto do fundo duplo está sujeita a forças de impacto dos containers durante as operações de carga.

c. devido à dificuldade de manutenção programada da estrutura dos porões devido ao fato de que raramente estão completamente vazios, as áreas adjacentes o teto do fundo duplo e áreas adjacentes das anteparas estão sujeitos a corrosão e devem ser objeto de atenção específica.

502. O espaçamento das hastilhas do fundo duplo deve ser de tal maneira a que os acessórios de suporte aos cantos dos containers estejam num cruzamento de hastilhas.

600. Continuidade estrutural

601. Em navios com costado duplo onde a Praça de Máquinas for localizada entre dois porões, deve haver continuidade com a estrutura da Praça de Máquinas. Quando a Praça de Máquinas for situada a ré, a estrutura interna deve estender-se até onde possível com extremidades inclinadas de ajuste entre a altura das vigas.

E3. CARREGAMENTOS

100. Abrangência

101. O presente Subcapítulo E3 está relacionado com as cargas introduzidas na estrutura do navio pelos containers.

200. Cargas introduzidas pelos containers

201. As cargas transmitidas pelos containers nos seus apoios, e nos pontos de peação devem ser calculadas em adição às cargas estruturais da Parte II, Título 11, Seção 2.

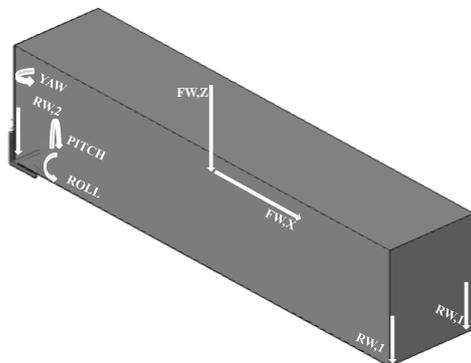
202. A determinação dessas cargas deve levar em conta:

- a. o peso máximo dos containers;
- b. os movimentos do navio; e
- c. condições ambientais (vento, ondas, etc.).

203. As cargas introduzidas pelos containers devem ser aplicadas no centro de gravidade do container ou da pilha de containers de acordo com os fatores abaixo indicados, para a determinação dos esforços nos apoios.

300. Configuração de forças

FIGURA F.E3.301 – FORÇAS DE INÉRCIA E DE VENTOS NA CONDIÇÃO DE NAVIO EM EQUILÍBRIO



E4. EQUAÇÃO GERAL PARA MÓDULO RESISTENTE DE VIGAS

Ver Título 11

E5. SELEÇÃO DOS ESCANTILHÕES A UTILIZAR

Ver Título 11

301. Forças em águas tranquilas agindo em um container:

$$F_p = m * g$$

302. As forças dinâmicas externas agindo em um container nas direções longitudinal, vertical e transversal, devem ser obtidas, onde aplicável, pelas fórmulas:

$$F_x = m * a_x + F_{wx} + F_{sx}$$

$$F_y = m * a_{xy} + F_{wy} + F_{sy}$$

$$F_z = m * a_z$$

onde

$F_{(x, y, z)}$ = forças longitudinais, transversais e verticais

m = massa unitária do container

$a_{(x, y, z)}$ = acelerações longitudinais, transversais e verticais (ver tabela T.E3.301.1.)

$F_{w(x,y)}$ = forças longitudinais e transversais devidas a pressão do vento

$F_{s(x, y)}$ = forças longitudinais e transversais devidas a impacto de ondas

303. Os dados de aceleração básica são apresentados na tabela T.E3.303.1.

TABELA T.E3.303.1 – DADOS BÁSICOS DE ACELERAÇÕES

Aceleração transversal a_y em m/s^2											Aceleração longitudinal em m/s^2
No convés, parte alta		7,1	6,9	6,8	6,7	6,7	6,8	6,9	7,1	7,4	3,8
No convés, parte baixa		6,5	6,3	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	6,5	6,7	2,9
Coberta		5,9	5,6	5,5	5,4	5,4	5,5	5,6	5,9	6,2	2,0
Porão		5,5	5,3	5,1	5,0	5,0	5,1	5,3	5,5	5,9	1,5
% L	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	% L
Aceleração vertical em m/s^2											
		7,6	6,2	5,0	4,3	4,3	5,0	6,2	7,6	9,2	

304. Os valores das acelerações transversais incluem componentes de gravidade, arfagem e caturragem paralelas ao convés.

305. As acelerações verticais acima não incluem o componente estático do peso.

306. As acelerações básicas são válidas sob as seguintes condições operacionais:

- Operação durante todo do ano
- Duração da viagem 25 dias
- Comprimento do navio = 100 metros
- Velocidade de serviço = 15 nós
- $B/GM \geq 13$, de acordo com a tabela T.E3.309.1

307. Para navios com comprimento menor que 100 metros, os valores devem ser corrigidos pelos fatores dados na tabela T.E3.307.1.

TABELA T.E3.307.1 – FATOR DE CORREÇÃO PARA O COMPRIMENTO DO NAVIO

Comprimento (m)	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Velocidade (kn)											
9	1,20	1,0 9	1,0 0	0,9 2	0,8 5	0,7 9	0,7 0	0,6 3	0,5 7	0,5 3	0,4 9
12	1,34	1,2 2	1,1 2	1,0 3	0,9 6	0,9 0	0,7 9	0,7 2	0,6 5	0,6 0	0,5 6
15	1,49	1,3 6	1,2 4	1,1 7	1,0 7	1,0 0	0,8 9	0,8 0	0,7 3	0,6 8	0,6 3
18	1,64	1,4 9	1,3 7	1,2 7	1,1 8	1,1 0	0,9 8	0,8 9	0,8 2	0,7 6	0,7 1
21	1,78	1,6 2	1,4 9	1,3 8	1,2 9	1,2 1	1,0 8	0,9 8	0,9 0	0,8 3	0,7 8
24	1,93	1,7 6	1,6 2	1,5 0	1,4 0	1,3 1	1,1 7	1,0 7	0,9 8	0,9 1	0,8 5

308. Para combinações de comprimento/velocidade não diretamente tabuladas, a seguinte fórmula pode ser usada para obter o fator de correção com v = velocidade em nós e L = comprimento entre perpendiculars em metros.

Fator de correção

$$= 0,345 \frac{v}{\sqrt{L}} + \frac{58,62.L - 1034,5}{L^2}$$

TABELA T.E3.309.1 – FATOR DE CORREÇÃO PARA B/GM

B/GM	7	8	9	10	11	12	13 Ou acima
No convés, alto	1,56	1,40	1,27	1,19	1,11	1,05	1,00
No convés, baixo	1,42	1,30	1,21	1,14	1,09	1,04	1,00
Coberta	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,03	1,00
Porão	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,02	1,00

309. Notas:

a. em casos de ressonância do jogo com amplitudes $\geq 30^\circ$, pode acontecer que os valores dados de aceleração transversal sejam excedidos;

b. no caso de rumo de frente para ondas a alta velocidade com impacto marcante, pode ser que os valores de aceleração vertical e longitudinal sejam ultrapassados;

c. no caso de rumo de ondas de quarto, movimentos ampliados de jogo podem ocorrer, e os valores de acelerações transversais poderão ser excedidos.

d. forças de vento e ondas para unidades acima do convés exposto devem ser levadas em contas por simples aproximação:

e. forças de perrão de vento = 1 kN por m^2

f. forças de impacto de ondas = 1 kN por m^2

g. para viagens em áreas restritas, as forças de impacto de onda podem ser desprezadas.

310. As forças inerciais de águas tranquilas aplicadas e um container num nível “i” estão apresentadas na tabela T.E3.311.1 abaixo.

311. As forças aplicadas a uma pilha contendo “n” containers e as reações nos apoios são apresentadas na tabela T.E3.312.1 abaixo.

TABELA T.E3.311.1 – FORÇAS DINÂMICAS E EM ÁGUAS CALMAS ATUANDO EM UM CONTAINER UNITÁRIO “I”

Condição do navio	Forças dinâmicas e em águas calmas atuando em um container unitário “I”
Águas calmas	$F_p = m * g$
Movimento vertical	Até 2 metros do convés principal(*) $F_{xi} = m * a_{xi} + F_{wxi} + F_{sxi}$ $F_{zi} = m * a_{zi}$ Mais que 2 metros do convés principal: $F_{xi} = m * a_{xi} + F_{wxi}$ $F_{zi} = m * a_{zi}$
Jogo transversal	Até 2 metros do convés principal(*) $F_{yi} = m * a_{yi} + F_{wyi} + F_{syi}$ $F_{zi} = m * a_{zi}$ Mais que 2 metros do convés principal: $F_{yi} = m * a_{yi} + F_{wyi}$ $F_{zi} = m * a_{zi}$

(*) Utilizar conforme a zona de navegação, caso haja possibilidade de impacto de ondas sobre a carga.

TABELA T.E3.312.1 – FORÇAS DINÂMICAS E EM ÁGUAS CALMAS ATUANDO EM CADA PILHA DE CONTAINERES

Condição do navio	Forças dinâmicas e em águas calmas atuando em cada pilha de containers	Forças dinâmicas e em águas calmas transmitidas nos apoios de cada pilha de containers
Águas calmas	$\sum_{l=1}^N F_{S,i}$	$R_S = \frac{F_S}{4}$
Movimento vertical	Forças não inerciais	Forças não inerciais
	<p>Até 2 metros do convés principal(*)</p> $F_{st,xi} = \sum_{l=1}^n (F_{x,i} + F_{w,xi} + F_{s,xi})$ $F_{st,zi} = \sum_{l=1}^n F_{z,i}$ <p>Mais que 2 metros do convés principal:</p> $F_{st,xi} = \sum_{l=1}^n (F_{x,i} + F_{w,xi})$ $F_{st,zi} = \sum_{l=1}^n F_{z,i}$	$R_{w,1} = \frac{F_{w,z}}{4} + \frac{N_c h_c F_{w,x}}{4l_c}$ $R_{w,1} = \frac{F_{w,z}}{4} - \frac{N_c h_c F_{w,x}}{4l_c}$
Jogo transversal	<p>Até 2 metros do convés principal(*)</p> $F_{st,xi} = \sum_{l=1}^n (F_{xyi} + F_{wyi} + F_{syi})$ $F_{st,zi} = \sum_{l=1}^n F_{z,i}$ <p>Mais que 2 metros do convés principal:</p> $F_{st,yi} = \sum_{l=1}^n (F_{yi} + F_{wyi})$ $F_{st,zi} = \sum_{l=1}^n F_{z,i}$	$R_{w,1} = \frac{F_{w,z}}{4} + \frac{N_c h_c F_{w,y}}{4b_c}$ $R_{w,1} = \frac{F_{w,z}}{4} - \frac{N_c h_c F_{w,y}}{4b_c}$

(*) Utilizar conforme a zona de navegação, caso haja possibilidade de impacto de ondas sobre a carga.

onde:

N_c = número de container;

h_c = Altura, em metro de um container

l_c, b_c = dimensões, em m de uma pilha de container nas direções longitudinal e transversal , respectivamente

Rgim16pt-pIIt12s2-ae-00