

CONTEC - SC-05Instalações e Operações
Marítimas**ESTRUTURAS OCEÂNICAS - AÇO**

1ª Emenda

Esta é a 1ª Emenda da Norma PETROBRAS N-1678 REV. E, devendo ser grampeada na frente da Norma e se destina a modificar o seu texto na parte indicada a seguir.

Esta Emenda corrige a fórmula da Nota 7, da TABELA 3, como segue:

7) $CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$, sendo os seguintes valores máximos de CE:

- a) graus IA e IB e qualquer espessura: CE = 0,40;
- b) graus IC e qualquer espessura: CE = 0,41;
- c) graus IIA e IIB e espessura até 38 mm, inclusive: CE = 0,43;
- d) graus IIA e IIB e espessura 38 mm até 75 mm: CE = 0,44;
- e) graus IIA e IIB e espessura acima de 75 mm: CE = 0,45;
- f) graus IIC e espessura até 38 mm: CE = 0,43;
- g) graus IIC e espessura acima de 38 mm: CE = 0,45;
- h) IVA, IVB e IVC e qualquer espessura: CE = 0,43.

ESTRUTURAS OCEÂNICAS - AÇO

Classificação

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não seguí-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatória): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 05

Instalações e
Operações Marítimas

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma estabelece os requisitos mínimos para a classificação e seleção de aços estruturais (aço-carbono, carbono-manganês ou baixa liga) definidos em projeto e usados na fabricação de estruturas oceânicas fixas de produção de petróleo. No caso de outras estruturas tais como unidades flutuantes de produção e plataformas de pernas atirantadas (TLP), devem ser adotadas as normas aplicáveis da Sociedade Classificadora.

1.2 Esta Norma se aplica a classificações efetuadas a partir da data da sua edição.

1.3 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

PETROBRAS N-1859	- Consumível de Soldagem com Propriedade Assegurada;
ABNT NBR-6153	- Determinação da Capacidade ao Dobramento de Produtos Metálicos;
ASTM A 6	- Standard Specification for General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling, and Bars for Structural Use;
ASTM A 370	- Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products;
ASTM E 30	- Standard Method for Chemical Analysis of Steel, Cast Iron, Open-Hearth Iron, and Wrought Iron;
ASTM E 59	- Standard Method of Sampling Steel and Iron for Determination of Chemical Composition;
ASTM E 112	- Standard Methods for Determining Average Grain Size;
ASTM E 350	- Standard Methods for Chemical Analysis of Carbon Steel, Low Alloy Steel, Silicon Electrical Steel, Ingot Iron, and Wrought Iron;
BSI-BS 4360	- Specification for Weldable Structural Steels;
BSI-BS 5762	- Methods for Crack Opening Displacement Testing;
BSI-BS 5996	- Methods for Ultrasonic Testing and Specifying Quality Grades of Ferritic Steel Plate.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 a 3.4.

3.1 Amostra

Parte do lote, separada segundo um critério estabelecido na norma, para a partir desta serem preparados os corpos de prova.

3.2 Corpo de Prova - CP

Porção do material a ensaiar com dimensões apropriadas, preparada a partir da amostra.

3.3 Placa-Mãe ("Mother-Plate")

Primeiro produto de laminação a partir do lingote ou da barra, da qual resultam uma ou mais unidades laminadas.

3.4 Unidade Laminada

Produto da laminação de uma placa-mãe com a espessura final, da qual são cortadas as chapas.

4 CLASSIFICAÇÃO

4.1 Grupos

Os aços são divididos em quatro grupos quanto à especificação mínima do seu limite de escoamento, em função de sua aplicação ao projeto:

TABELA 1 - GRUPOS

Grupo	Tensão de Escoamento Mínima Requerida - σ_e
I	$240 \text{ MPa} < \sigma_e \leq 305 \text{ MPa}$
II	$305 \text{ MPa} < \sigma_e \leq 355 \text{ MPa}$
III	$355 \text{ MPa} < \sigma_e < 415 \text{ MPa}$
IV	$415 \text{ MPa} \leq \sigma_e$

Nota: Esta Norma trata apenas dos Grupos I, II e IV.

4.2 Classes

Os aços são divididos em quatro classes quanto à sua aplicação estrutural.

4.2.1 Classe A

Denominado aço estrutural especial, empregado em membros essenciais para a integridade da estrutura, geralmente de espessuras acima de 38 mm, que necessitem de alta tenacidade à fratura e alta resistência à decoesão lamelar.

4.2.2 Classe B

Denominado aço estrutural primário, empregado em membros essenciais para a integridade total da estrutura e outros de importância para a segurança operacional que necessitem de resistência ao impacto e à decoesão lamelar.

4.2.3 Classe C

Denominado aço estrutural primário, empregado em membros essenciais para a integridade total da estrutura e outros de importância para a segurança operacional que necessitem de resistência ao impacto.

4.2.4 Classe D

Denominado aço estrutural secundário, empregado em membros não essenciais à integridade total da estrutura. Este material também pode ser especificado em membros essenciais à integridade da estrutura que apresentem pequena probabilidade de dano à fadiga e baixa razão de tensões. Se o projeto especificar este material para ser usado na jaqueta, a espessura é limitada a um máximo de 25 mm, inclusive, e o material não pode ser usado para membros de juntas tubulares, como por exemplo T, K e Y.

4.3 Graus

Os graus dos aços são identificados pela combinação do número do grupo e da letra indicativa da classe, sendo que esta classificação trata dos graus IA, IIA, IVA, IB, IIB, IVB, IC, IIC, IVC, ID, IID e IVD.

4.4 Aços Padronizados

Para a correspondência entre os aços classificados nesta Norma e as especificações de aços mais usados internacionalmente, deve ser consultado o ANEXO A.

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Requisitos Exigidos

Para cada classe de aço, os requisitos exigidos estão apresentados na TABELA 2.

TABELA 2 - REQUISITOS EXIGIDOS PARA AS CLASSES DE AÇO

Requisitos	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Certificado de fabricação	X	X	X	X
Análise química	X	X	X	X
Ensaio de tração	X	X	X	X
Ensaio de impacto 1)	X	X	X	X 2)
Ensaio de impacto com envelhecimento 3)	X	X	X	-
Ensaio de tração na direção da espessura - TTT	X	X	-	-
Ensaio de soldabilidade com teste CTOD 4)	X	-	-	-
Ensaio de soldabilidade com teste CharpyV 5)	X	X	X	-
Ensaio de dobramento	X	X	X	-
Teste ultra-som	X	X	-	-

- Notas:
- 1) Quando efetuado ensaio de impacto com CP envelhecido não há necessidade do ensaio de impacto sem envelhecimento.
 - 2) Somente para espessura $e > 25$ mm .
 - 3) Quando requerido (ver item 6.2.1).
 - 4) Aplicável a espessuras superiores a 38 mm.
 - 5) Aplicável a espessuras superiores a 25 mm.

5.2 Certificados de Fabricação

5.2.1 Todos os materiais devem ser fornecidos acompanhados dos certificados de fabricação ("mill sheets").

5.2.2 Os certificados de fabricação fornecidos pelas usinas, devem conter os seguintes dados:

- a) número da corrida;
- b) número da peça;
- c) resultado da análise química com carbono equivalente;
- d) grau do aço;
- e) número de todos os corpos de prova utilizados nos ensaios;



- f) resultados dos ensaios mecânicos;
- g) resultados dos testes de soldabilidade;
- h) temperatura de normalização (máxima e mínima) e real;
- i) número do pedido de compra;
- j) quantidade e dimensões do material;
- k) resultados dos ensaios de ultra-som.

5.3 Fabricação

Os requisitos normais de fabricação são os seguintes:

- a) chapas de limite de escoamento até Grupo II inclusive, isto é, Grupos I e II, devem ser fornecidas normalizadas quando com espessura superior a 25 mm;
- b) as chapas Grupo IV devem ser laminadas, temperadas e revenidas;
- c) perfis de aços dos Grupos I e II, de espessura superior a 25 mm devem ser fabricados a partir de chapas normalizadas;
- d) as condições de tratamento térmico de perfis de aço do Grupo IV devem ser previamente acordadas;
- e) todo tubo sem costura, Classe A, B ou C, de espessura de parede acima de 12,5 mm deve ser fornecido temperado e revenido ou normalizado;
- f) aços de Classe D podem ser fornecidos na condição de laminados sem tratamento térmico;
- g) a normalização pode ser substituída por laminação controlada para espessuras abaixo de 25 mm, para aços Classe B e C, desde que atendidas todas as demais exigências desta Especificação;
- h) dos aços Classe B e C que sofrerem laminação controlada devem ser retiradas amostras longitudinais e transversais para o ensaio de tração.

5.4 Análises Químicas

5.4.1 Análise Química de Panela

Todas as corridas devem ser analisadas quimicamente através de análise de panela e respeitados os valores da TABELA 3.

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA 7)

Elemento	Grau IB	Grau IA	Graus IC e IIC	Graus IIA e IIB	Graus IVA e IVB	Grau IVC
	%	%	%	%	%	%
C (máx.)	0,16	0,16	0,18 5)	0,15 6)	0,16	0,16
Si	0,50 máx.	0,10/0,50	0,10/0,50	0,25/0,55	0,25/0,60	0,25/0,60
Mn	1,50 máx.	1,50 máx.	1,50 máx.	1,00/1,65	1,00/1,65	1,00/1,65
S (máx.)	0,010	0,010	0,040	0,010	0,010	0,015
P (máx.)	0,040	0,030	0,040	0,030	0,030	0,025
Cr (máx.)	-	-	-	0,25	0,30	0,30
Mo (máx.)	-	-	-	0,08	0,25	0,25
Nb (máx.)	0,040	0,040	0,040	0,040	0,03	0,03
V (máx.)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,08	0,08
Ti (máx.)	-	-	-	0,015	0,04	0,04
Ni (máx.)	-	-	-	0,45	0,65	0,65
Cu (máx.)	-	-	-	0,30	0,30	0,30
Al total (máx.)	-	-	-	0,06	0,055	0,055
N (máx.)	-	-	-	0,010	0,010	0,010
Cr+Mo+Ni+Cu (máx.)	-	-	-	0,80	0,80	0,80
Nb+V (máx.)	-	-	-	-	0,10	0,10
Nb+V+Ti (máx.)	-	-	-	-	0,12	0,12
Condições de Fornecimento	Normalizado	Normalizado	Normalizado ou Laminação Controlada	Normalizado ou Laminação Controlada ou TMCP	Temperado e Revenido ou TMCP	Temperado e Revenido ou TMCP

- Notas:
- 1) Para condições de fornecimento alternativo ver item 5.3.
 - 2) Os aços podem ser fornecidos com Nióbio ou Vanádio. O fornecedor deve informar ao comprador se outros elementos além de Alumínio, Nióbio e Vanádio são usados.
 - 3) Os níveis esperados dos elementos residuais como Arsênico, Antimônio, Boro, Estanho, Chumbo, Bismuto e Cálcio devem ser submetidos à análise e aceitação do comprador. Estes não devem exceder a 0,007 % para Ca, 0,010 % para Sb, Bi e Pb, 0,015 % para Sn e 0,02 % para As. O Boro (B) não deve exceder 0,0005 %, exceto para aços do Grupo IV. Se algum desses elementos exceder ao nível estipulado, o fornecedor deve entrar em acordo com o comprador sobre a necessidade de testes adicionais.
 - 4) Elementos não especificados não devem ser deliberadamente adicionados sem consentimento prévio do comprador.
 - 5) Para espessuras superiores a 38 mm é permitido teor máximo de Carbono de 0,20 %.
 - 6) Para aços IIB com espessura superior a 38 mm é admitido um teor máximo de Carbono de 0,18 %.

7) $CE = \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$, sendo os seguintes valores máximos de CE:

- a) graus IA e IB e qualquer espessura: CE = 0,40;
- b) graus IC e qualquer espessura: CE = 0,41;
- c) graus IIA e IIB e espessura até 38 mm, inclusive: CE = 0,43;
- d) graus IIA e IIB e espessura 38 mm até 75 mm: CE = 0,44;
- e) graus IIA e IIB e espessura acima de 75 mm: CE = 0,45;
- f) graus IIC e espessura até 38 mm: CE = 0,43;
- g) graus IIC e espessura acima de 38 mm: CE = 0,45;
- h) IVA, IVB e IVC e qualquer espessura: CE = 0,43.

8) TMCP designa os aços processados com controle termo-mecânico.

5.4.2 Análise Química de Verificação

5.4.2.1 A análise química de verificação do produto final pode ser realizada para a confirmação dos resultados da análise de panela, conforme as normas ASME 30, E 59 ou E 350. **[Prática Recomendada]**

5.4.2.2 Para a análise de verificação, o teor máximo de carbono deve ser aumentado de 0,02 % e o carbono equivalente (CE) de 0,03 % além dos limites especificados para a análise de panela. A tolerância dos elementos constituintes do aço, exceto o teor de carbono, está prevista na ASTM A 6.

5.5 Amostra para Ensaios Mecânicos

A amostra deve ter tamanho suficiente para a preparação de todos os corpos de prova dos ensaios mecânicos exigidos conforme a TABELA 2 e obedecer ao indicado na FIGURA 1.

Nota: Independentemente da classe do material, a direção final de laminação deve ser marcada na amostra e esta deve ser perfeitamente identificada.

5.5.1 Amostra de Aços Classes A, B e C

5.5.1.1 Da extremidade da primeira ou da última chapa oriundas de uma mesma unidade laminada original, deve ser retirada a amostra com tamanho suficiente para preparação de todos os corpos de prova dos ensaios mecânicos, conforme a FIGURA 1. No caso de aços Classe B e C, admite-se a retirada de uma amostra para cada corrida de 40 t, sendo que uma nova amostra deve ser retirada para cada 40 t adicionais ou fração de chapas fabricadas.