

# Norma Portuguesa

---

**NP**  
**EN 1993-1-10**  
**2010**

## **Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço** **Parte 1-10: Tenacidade dos materiais e propriedades** **segundo a espessura**

Eurocode 3 – Calcul des structures en acier  
Partie 1-10: Choix des qualités d’acier vis-à-vis de la ténacité  
et des propriétés dans le sens de l’épaisseur

Eurocode 3 – Design of steel structures  
Part 1-10: Material toughness and through-thickness properties

**ICS**  
91.010.30; 91.080.10

**DESCRIPTORES**  
Eurocódigo; estruturas; estruturas de aço; espessura; tenacidade;  
aços; capacidade de carga

**CORRESPONDÊNCIA**  
Versão portuguesa da EN 1993-1-10: 2005 + AC:2009

**HOMOLOGAÇÃO**  
Termo de Homologação n.º 74/2010, de 2010-03-25  
A presente Norma resulta da revisão da  
NP ENV 1993-1-1:1998

**ELABORAÇÃO**  
CT 115 (LNEC)

**EDIÇÃO**  
Março de 2010

**CÓDIGO DE PREÇO**  
XEC006

© IPQ reprodução proibida

---

Instituto Português da  Qualidade

Rua António Gião, 2  
2829-513 CAPARICA PORTUGAL  
Tel. + 351-212 948 100 Fax + 351-212 948 101  
E-mail: ipq@mail.ipq.pt Internet: www.ipq.pt

## **Preâmbulo nacional**

À Norma Europeia EN 1993-1-10:2005, foi dado estatuto de Norma Portuguesa em 2005-08-16 (Termo de Adopção nº 1161/2005, de 2005-08-16).

A presente Norma substitui a NP ENV 1993-1-1:1998 e constitui a versão portuguesa da EN 1993-1-10:2005 + AC:2009, a qual faz parte de um conjunto de normas integrantes do Eurocódigo 3: Projecto de estruturas de aço.

Esta Norma constitui a Parte 1-10 do Eurocódigo 3 e apresenta linhas de orientação para a escolha do aço no que se refere à tenacidade em relação à rotura e às propriedades segundo a espessura de elementos soldados.

A aplicação desta Norma em Portugal deve obedecer às disposições constantes do respectivo Anexo Nacional NA, que dela faz parte integrante. Neste Anexo são nomeadamente concretizadas as prescrições explicitamente deixadas em aberto no corpo do Eurocódigo para escolha nacional, denominadas Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP).

**Versão portuguesa**

Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço  
Parte 1-10: Tenacidade dos materiais e propriedades segundo a espessura

Eurocode 3 – Bemessung und  
Konstruktion von Stahlbauten  
Teil 1-10: Stahlsortenauswahl  
im Hinblick auf Bruchzähigkeit  
und Eigenschaften in  
Dickenrichtung

Eurocode 3 – Calcul des  
structures en acier  
Partie 1-10: Choix des qualités  
d'acier vis-à-vis de la ténacité  
et des propriétés dans le sens  
de l'épaisseur

Eurocode 3 – Design of steel  
structures  
Part 1-10: Material toughness  
and through-thickness  
properties

A presente Norma é a versão portuguesa da Norma Europeia EN 1993-1-10:2005 + AC:2009 e tem o mesmo estatuto que as versões oficiais. A tradução é da responsabilidade do Instituto Português da Qualidade.

Esta Norma Europeia e a sua Errata foram ratificadas pelo CEN em 2004-04-23 e 2009-03-25, respectivamente.

Os membros do CEN são obrigados a submeter-se ao Regulamento Interno do CEN/CENELEC que define as condições de adopção desta Norma Europeia, como norma nacional, sem qualquer modificação.

Podem ser obtidas listas actualizadas e referências bibliográficas relativas às normas nacionais correspondentes junto do Secretariado Central ou de qualquer dos membros do CEN.

A presente Norma Europeia existe nas três versões oficiais (alemão, francês e inglês). Uma versão noutra língua, obtida pela tradução, sob responsabilidade de um membro do CEN, para a sua língua nacional, e notificada ao Secretariado Central, tem o mesmo estatuto que as versões oficiais.

Os membros do CEN são os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

**CEN**

Comité Européen de Normalization  
Europäisches Komitee für Normung  
Comité Européen de Normalisation  
European Committee for Standardization

**Secretariado Central: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelas**

<b>Sumário</b>	<b>Página</b>
<b>Preâmbulo nacional.....</b>	<b>2</b>
<b>Preâmbulo .....</b>	<b>6</b>
Antecedentes do programa dos Eurocódigos.....	6
Estatuto e campo de aplicação dos Eurocódigos .....	7
Normas nacionais de implementação dos Eurocódigos.....	8
Ligações entre os Eurocódigos e as especificações técnicas harmonizadas (EN e ETA) relativas aos produtos.....	8
Anexo Nacional da EN 1993-1-10 .....	8
<b>1 Generalidades.....</b>	<b>9</b>
1.1 Objectivo e campo de aplicação .....	9
1.2 Referências normativas.....	9
1.3 Termos e definições.....	10
1.4 Símbolos .....	11
<b>2 Escolha dos materiais para a tenacidade à fractura.....</b>	<b>11</b>
2.1 Generalidades .....	11
2.2 Procedimento .....	11
2.3 Espessuras máximas admissíveis.....	13
2.3.1 Generalidades .....	13
2.3.2 Determinação dos valores admissíveis máximos da espessura do elemento.....	14
2.4 Avaliação pela mecânica da fractura .....	15
<b>3 Escolha dos materiais para as propriedades segundo a espessura.....</b>	<b>16</b>
3.1 Generalidades .....	16
3.2 Procedimento .....	17
<b>Anexo Nacional NA .....</b>	<b>21</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>21</b>
<b>NA.1 – Objectivo e campo de aplicação.....</b>	<b>21</b>
<b>NA.2 – Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP) .....</b>	<b>21</b>
NA.2.1 – Generalidades.....	21
NA.2.2 – Regras de Aplicação sem prescrições a nível nacional.....	21
NA.2.3 – Regras de Aplicação com prescrições a nível nacional .....	21
<b>NA.3 – Informações complementares .....</b>	<b>22</b>
NA.3.1 – Objectivo.....	22

NA.3.2 – Informações gerais.....	22
<b>NA.4 – Correspondência entre as normas europeias referidas na presente Norma e as normas nacionais.....</b>	<b>22</b>

## **Preâmbulo**

A presente Norma foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 250 "*Structural Eurocodes*", cujo secretariado é assegurado pela BSI. O CEN/TC 250 é responsável por todos os Eurocódigos Estruturais.

A esta Norma Europeia deve ser atribuído o estatuto de Norma Nacional, seja por publicação de um texto idêntico, seja por adopção, o mais tardar em Novembro de 2005, e as normas nacionais divergentes devem ser anuladas o mais tardar em Março de 2010.

A presente Norma substitui a ENV 1993-1-1.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, a presente Norma Europeia deve ser implementada pelos organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

## **Antecedentes do programa dos Eurocódigos**

Em 1975, a Comissão da Comunidade Europeia optou por um programa de acção na área da construção, baseado no artigo 95º do Tratado. O objectivo do programa era a eliminação de entraves técnicos ao comércio e a harmonização das especificações técnicas.

No âmbito deste programa de acção, a Comissão tomou a iniciativa de elaborar um conjunto de regras técnicas harmonizadas para o projecto de obras de construção, as quais, numa primeira fase, serviriam como alternativa para as regras nacionais em vigor nos Estados-Membros e que, posteriormente, as substituiriam.

Durante quinze anos, a Comissão, com a ajuda de uma Comissão Directiva com representantes dos Estados-Membros, orientou o desenvolvimento do programa dos Eurocódigos, que conduziu à primeira geração de regulamentos europeus na década de 80.

Em 1989, a Comissão e os Estados-Membros da UE e da EFTA decidiram, com base num acordo<sup>1)</sup> entre a Comissão e o CEN, transferir, através de uma série de mandatos, a preparação e a publicação dos Eurocódigos para o CEN, tendo em vista conferir-lhes no futuro a categoria de Norma Europeia (EN). Tal, liga, *de facto*, os Eurocódigos às disposições de todas as directivas do Conselho e/ou decisões da Comissão em matéria de normas europeias (por exemplo, a Directiva 89/106/CEE do Conselho relativa a produtos de construção – DPC – e as Directivas 93/37/CEE, 92/50/CEE e 89/440/CEE do Conselho relativas a obras públicas e serviços, assim como as Directivas da EFTA equivalentes destinadas à instituição do mercado interno).

O programa relativo aos Eurocódigos Estruturais inclui as seguintes normas, cada uma das quais é, geralmente, constituída por diversas Partes:

EN 1990	Eurocódigo:	Bases para o projecto de estruturas
EN 1991	Eurocódigo 1:	Acções em estruturas
EN 1992	Eurocódigo 2:	Projecto de estruturas de betão
EN 1993	Eurocódigo 3:	Projecto de estruturas de aço
EN 1994	Eurocódigo 4:	Projecto de estruturas mistas aço-betão
EN 1995	Eurocódigo 5:	Projecto de estruturas de madeira

---

<sup>1)</sup> Acordo entre a Comissão das Comunidades Europeias e o Comité Europeu de Normalização (CEN) relativo ao trabalho sobre os Eurocódigos para o projecto de edifícios e de outras obras de engenharia civil (BC/CEN/03/89).

---

EN 1996	Eurocódigo 6: Projecto de estruturas de alvenaria
EN 1997	Eurocódigo 7: Projecto geotécnico
EN 1998	Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos
EN 1999	Eurocódigo 9: Projecto de estruturas de alumínio

Os Eurocódigos reconhecem a responsabilidade das autoridades regulamentadoras de cada Estado-Membro e salvaguardaram o seu direito de estabelecer os valores relacionados com questões de regulamentação da segurança, a nível nacional, nos casos em que estas continuem a variar de Estado para Estado.

### **Estatuto e campo de aplicação dos Eurocódigos**

Os Estados-Membros da UE e da EFTA reconhecem que os Eurocódigos servem de documentos de referência para os seguintes efeitos:

- como meio de comprovar a conformidade dos edifícios e de outras obras de engenharia civil com as exigências essenciais da Directiva 89/106/CEE do Conselho, particularmente a Exigência Essencial n.º 1 – Resistência mecânica e estabilidade – e a Exigência Essencial n.º 2 – Segurança contra incêndio;
- como base para a especificação de contratos de trabalhos de construção e de serviços de engenharia a eles associados;
- como base para a elaboração de especificações técnicas harmonizadas para os produtos de construção (EN e ETA).

Os Eurocódigos, dado que dizem respeito às obras de construção, têm uma relação directa com os documentos interpretativos<sup>2)</sup> referidos no artigo 12º da DPC, embora sejam de natureza diferente das normas harmonizadas relativas aos produtos<sup>3)</sup>. Por conseguinte, os aspectos técnicos decorrentes dos Eurocódigos devem ser considerados de forma adequada pelos Comitês Técnicos do CEN e/ou pelos Grupos de Trabalho da EOTA envolvidos na elaboração das normas relativas aos produtos, tendo em vista a obtenção de uma compatibilidade total destas especificações técnicas com os Eurocódigos.

Os Eurocódigos fornecem regras comuns de cálculo estrutural para a aplicação corrente no projecto de estruturas e dos seus componentes, de natureza quer tradicional quer inovadora. Elementos construtivos ou condições de cálculo não usuais não são especificamente incluídos, devendo o projectista, nestes casos, assegurar o apoio especializado necessário.

---

<sup>2)</sup> De acordo com o n.º 3 do artigo 3º da DPC, as exigências essenciais (EE) traduzir-se-ão em documentos interpretativos que estabelecem as ligações necessárias entre as exigências essenciais e os mandatos para a elaboração de normas europeias (EN) harmonizadas e guias de aprovação técnica europeia (ETAG), e das próprias aprovações técnicas europeias (ETA).

<sup>3)</sup> De acordo com o artigo 12º da DPC, os documentos interpretativos devem:

- a) concretizar as exigências essenciais harmonizando a terminologia e as bases técnicas e indicando, sempre que necessário, classes ou níveis para cada exigência;
  - b) indicar métodos de correlação entre essas classes ou níveis de exigências e as especificações técnicas, por exemplo, métodos de cálculo e de ensaio, regras técnicas de concepção de projectos, etc.;
  - c) servir de referência para o estabelecimento de normas europeias harmonizadas e de guias de aprovação técnica europeia.
- Os Eurocódigos, de facto, desempenham um papel semelhante na área da EE 1 e de uma parte da EE 2.

### **Normas nacionais de implementação dos Eurocódigos**

As normas nacionais de implementação dos Eurocódigos incluirão o texto completo do Eurocódigo (incluindo anexos), conforme publicado pelo CEN, o qual poderá ser precedido de uma página de título e de um preâmbulo nacionais, e ser também seguido de um Anexo Nacional.

O Anexo Nacional só poderá conter informações sobre os parâmetros deixados em aberto no Eurocódigo para escolha nacional, designados por Parâmetros Determinados a nível Nacional, a utilizar no projecto de edifícios e de outras obras de engenharia civil no país em questão, nomeadamente:

- valores e/ou classes, nos casos em que são apresentadas alternativas no Eurocódigo;
- valores para serem utilizados nos casos em que apenas um símbolo é apresentado no Eurocódigo;
- dados específicos do país (geográficos, climáticos, etc.), por exemplo, mapa de zonamento da neve;
- o procedimento a utilizar nos casos em que sejam apresentados procedimentos alternativos no Eurocódigo.

Poderá ainda conter:

- decisões sobre a aplicação dos anexos informativos;
- informações complementares não contraditórias para auxílio do utilizador na aplicação do Eurocódigo.

### **Ligações entre os Eurocódigos e as especificações técnicas harmonizadas (EN e ETA) relativas aos produtos**

É necessária uma consistência entre as especificações técnicas harmonizadas relativas aos produtos de construção e as regras técnicas relativas às obras<sup>4)</sup>. Além disso, todas as informações que acompanham a marcação CE dos produtos de construção que fazem referência aos Eurocódigos devem indicar, claramente, quais os Parâmetros Determinados a nível Nacional que foram tidos em conta.

### **Anexo Nacional da EN 1993-1-10**

Esta Norma estabelece procedimentos alternativos e valores, recomenda classes e inclui notas indicando onde poderão ter de ser feitas opções nacionais. Por este motivo, a Norma Nacional de implementação da EN 1993-1-10 deverá ter um Anexo Nacional que contenha todos os Parâmetros Determinados a nível Nacional para o projecto de estruturas de aço a serem construídas no país a que diz respeito.

A opção nacional é permitida na EN 1993-1-10 em:

- 2.2(5)
- 3.1(1)

---

<sup>4)</sup> Ver n.º 3 do artigo 3º e artigo 12º da DPC, e também 4.2, 4.3.1, 4.3.2 e 5.2 do Documento Interpretativo n.º 1.



## **1 Generalidades**

### **1.1 Objectivo e campo de aplicação**

(1) A presente Norma fornece linhas de orientação para a escolha do aço no que se refere à tenacidade em relação à rotura e às propriedades segundo a espessura dos elementos soldados que apresentam um risco significativo de arranque lamelar durante o fabrico.

(2) A secção 2 aplica-se às classes de aço S 235 a S 690. Porém, a secção 3 aplica-se unicamente às classes de aço S 235 a S 460.

**NOTA:** A EN 1993-1-1 está limitada aos aços das classes S 235 a S 460.

(3) As regras e as recomendações fornecidas nas secções 2 e 3 admitem que a construção será executada em conformidade com a EN 1090.

### **1.2 Referências normativas**

(1) A presente Norma inclui, por referência, datada ou não, disposições relativas a outras normas. Estas referências normativas são citadas nos lugares apropriados do texto e as normas são listadas a seguir. Para referências datadas, as emendas ou revisões subsequentes de qualquer destas normas só se aplicam à presente Norma se nela incorporadas por emenda ou revisão. Para as referências não datadas, aplica-se a última edição da norma referida (incluindo as emendas).

**NOTA:** Os Eurocódigos foram publicados como Pré-Normas Europeias. As seguintes Normas Europeias, que estão publicadas ou em fase de preparação, são citadas em secções normativas:

EN 1011-2 <sup>*)</sup>	<i>Welding – Recommendations for welding of metallic materials – Part 2: Arc welding of ferritic steels</i>
EN 1090	<i>Execution of steel structures</i>
EN 1990 <sup>*)</sup>	<i>Basis of structural design</i>
EN 1991 <sup>*)</sup>	<i>Actions on structures</i>
EN 1998 <sup>*)</sup>	<i>Design provisions for earthquake resistance of structures</i>
EN 10002 <sup>*)</sup>	<i>Tensile testing of metallic materials</i>
EN 10025 <sup>*)</sup>	<i>Hot rolled products of structural steels</i>
EN 10045-1 <sup>*)</sup>	<i>Metallic materials – Charpy impact test – Part 1: Test method</i>
EN 10160	<i>Ultrasonic testing of steel flat product of thickness equal or greater than 6 mm (reflection method)</i>
EN 10164	<i>Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product – Technical delivery requirements</i>
EN 10210-1 <sup>*)</sup>	<i>Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels – Part 1: Technical delivery requirements</i>
EN 10219-1 <sup>*)</sup>	<i>Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels – Part 1: Technical delivery conditions</i>

---

<sup>\*)</sup> No Anexo Nacional NA são indicadas as normas portuguesas equivalentes (nota nacional).

### 1.3 Termos e definições

#### 1.3.1 valor KV

O valor KV (ensaio de tenacidade Charpy) é a energia do impacto em Joules [J] necessária para levar à rotura um provete do ensaio de tenacidade Charpy, a uma dada temperatura de ensaio T. As normas de produtos de aço determinam geralmente que os provetes deverão suportar uma energia de impacto não inferior a 27 J a uma temperatura de ensaio especificada T.

#### 1.3.2 zona de transição

Zona do diagrama tenacidade-temperatura que representa a relação KV(T), na qual a tenacidade do material diminui com um decréscimo da temperatura e o modo de rotura passa de dúctil a frágil. Os valores da temperatura  $T_{27J}$  requeridos nas normas dos produtos encontram-se na parte inferior desta zona.

#### 1.3.3 zona do patamar superior

Zona do diagrama tenacidade-temperatura na qual os elementos de aço exibem um comportamento elastoplástico com modos de rotura dúcteis mesmo na presença de pequenos defeitos e de discontinuidades de soldadura resultantes do fabrico.

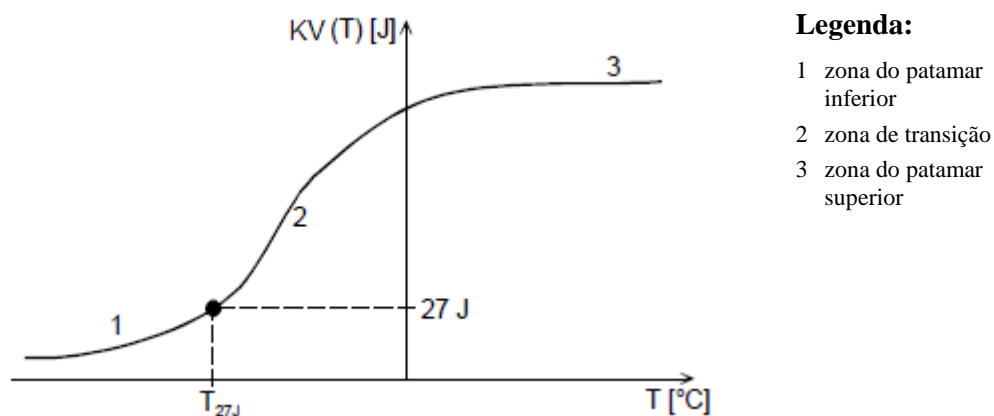


Figura 1.1 – Relação entre a energia de impacto e a temperatura

#### 1.3.4 $T_{27J}$

Temperatura à qual a energia mínima KV não será inferior a 27 J no ensaio de tenacidade Charpy.

#### 1.3.5 valor Z

Redução de área da secção transversal de um provete submetido a um ensaio de tracção (ver a EN 10002), medida em percentagem.

#### 1.3.6 valor $K_{Ic}$

Tenacidade à rotura em estado plano de deformação em regime elástico linear, em  $N/mm^{3/2}$ .

**NOTA:** As duas unidades alternativas internacionalmente reconhecidas para o factor de intensidade de tensão K são  $N/mm^{3/2}$  e  $MPa m^{1/2}$  (ou seja,  $MN/m^{3/2}$ ) com  $1 N/mm^{3/2} = 0,032 MPa m^{1/2}$ .

#### 1.3.7 grau de enformagem a frio

Extensão permanente resultante da enformagem a frio, medida em percentagem.

## 1.4 Símbolos

KV(T) energia do impacto em Joule [J] no ensaio Charpy, à temperatura T

Z qualidade Z [%]

T temperatura [°C]

T<sub>Ed</sub> temperatura de referência

$\delta$  deformação na extremidade da fenda (CTOD) em mm, medida num provete de pequenas dimensões para determinar a sua tenacidade à rotura em regime elasto-plástico

J valor da tenacidade à fractura em regime elasto-plástico (valor do integral J) em N/mm, determinado como o integral de contorno ou de superfície incluindo a frente de fissura de um bordo ao outro da fissura

K<sub>Ic</sub> tenacidade à rotura em estado plano de deformação em regime elástico linear, em N/mm<sup>3/2</sup>

K factor de intensidade de tensão

$\epsilon_{cf}$  grau de deformação a frio (DCF) em percentagem

$\sigma_{Ed}$  tensões que acompanham a temperatura de referência T<sub>Ed</sub>

## 2 Escolha dos materiais para a tenacidade à fractura

### 2.1 Generalidades

(1) As recomendações fornecidas na secção 2 deverão ser utilizadas na escolha dos materiais para as novas construções. Não se destinam à avaliação dos materiais já em serviço. As regras deverão ser utilizadas para especificar uma classe de aço adequada a partir das Normas Europeias relativas aos produtos de aço listadas na EN 1993-1-1.

(2) As regras são aplicáveis a elementos traccionados, a elementos soldados e a elementos sujeitos a fadiga nos quais uma determinada parte do ciclo de tensões é de tracção.

*NOTA:* Para os elementos não solicitados à tracção, não soldados ou não sujeitos à fadiga, as regras podem ser conservativas. Nesses casos, poderá ser apropriada a avaliação pela mecânica da fractura, ver 2.4. Não é necessário especificar a tenacidade à fractura para elementos unicamente solicitados à compressão.

(3) P As regras devem ser aplicadas às propriedades dos materiais cuja tenacidade é especificada na norma de produto correspondente. Não devem ser utilizados materiais de uma classe menos elevada mesmo que resultados de ensaios revelem conformidade com a classe especificada.

### 2.2 Procedimento

(1) A classe (e a qualidade) de aço deverá ser escolhida tendo em conta o seguinte:

(i) propriedades do aço:

– tensão de cedência em função da espessura do material  $f_y(t)$ ;

– tenacidade expressa em termos de T<sub>27J</sub> ou T<sub>40J</sub>;

(ii) características do elemento:

– forma e detalhe do elemento;

– concentração de tensões em função dos detalhes indicados na EN 1993-1-9;

– espessura do elemento (t);

– considerações apropriadas para defeitos de fabrico (por exemplo, fissuras segundo a espessura ou fendas superficiais semi-elípticas);

(iii) situações de projecto:

- valor de cálculo da temperatura mínima do elemento;
- tensões máximas devidas às acções permanentes e deformações impostas correspondentes à situação de projecto descrita a seguir em (4);
- tensões residuais;
- considerações para a evolução das fissuras sob carregamento de fadiga durante o intervalo entre inspecções (se relevante);
- velocidade de deformação  $\dot{\epsilon}$  para as acções acidentais (se relevante);
- grau de enformagem a frio ( $\epsilon_{cf}$ ) (se relevante).

(2) No que respeita à rotura frágil, a máxima espessura admissível dos elementos de aço deverá ser obtida através da secção 2.3 e do Quadro 2.1.

(3) Poderão ser utilizados métodos alternativos para a determinação dos requisitos de tenacidade, através dos seguintes modos:

– Método da mecânica da fractura:

Neste método, o valor de cálculo da tenacidade requerida não deverá exceder o valor de cálculo da tenacidade do material.

– Avaliação com base em modelos:

Poderá ser efectuada com um ou mais provetes em grande escala. A fim de obter resultados realistas, os modelos deverão ser construídos e carregados de uma forma semelhante à da estrutura real.

(4) Deverão ser adoptadas as seguintes condições de cálculo:

(i) As acções deverão ser combinadas do seguinte modo:

$$E_d = E \{ A[T_{Ed}] "+" \sum G_K "+" \psi_1 Q_{K1} "+" \sum \psi_{2,i} Q_{Ki} \} \quad (2.1)$$

em que: a acção variável base  $A$  é a temperatura de referência  $T_{Ed}$  que condiciona a tenacidade do material do elemento considerado e que poderá igualmente conduzir a tensões resultantes da restrição de deslocamentos;  $\sum G_K$  são as acções permanentes;  $\psi_1 Q_{K1}$  é o valor frequente da acção variável de base; e  $\psi_{2,i} Q_{Ki}$  são os valores quase-permanentes das acções variáveis acompanhantes, que determinam o nível de tensões no material.

(ii) Os coeficientes de combinação  $\psi_1$  e  $\psi_2$  deverão estar de acordo com a EN 1990.

(iii) A tensão máxima aplicada  $\sigma_{Ed}$  deverá ser a tensão nominal no local potencial do início da fractura.  $\sigma_{Ed}$  deverá ser calculada como no estado limite de utilização tendo em conta todas as combinações de acções permanentes e variáveis como definidas na Parte aplicável da EN 1991.

**NOTA 1:** Considera-se que a combinação anterior é equivalente a uma combinação acidental, em resultado de se assumir a hipótese de ocorrência simultânea da temperatura mais baixa, da magnitude da imperfeição, da sua localização e das propriedades do material.

**NOTA 2:**  $\sigma_{Ed}$  poderá incluir tensões resultantes da restrição de deslocamentos devidos à temperatura.

**NOTA 3:** Como a acção de base é a temperatura de referência  $T_{Ed}$ , a tensão máxima aplicada  $\sigma_{Ed}$  não irá exceder, em geral, 75 % da tensão de cedência.

(5) A temperatura de referência  $T_{Ed}$  na localização potencial da fractura deverá ser determinada utilizando a seguinte expressão:

$$T_{Ed} = T_{md} + \Delta T_r + \Delta T_\sigma + \Delta T_R + \Delta T_{\dot{\epsilon}} + \Delta T_{\epsilon_{cf}} \quad (2.2)$$

em que:

- $T_{md}$  temperatura atmosférica mais baixa para um período de retorno especificado, ver a EN 1991-1-5;
- $\Delta T_r$  termo de ajustamento para as perdas por radiação, ver a EN 1991-1-5;
- $\Delta T_\sigma$  ajustamento associado ao nível de tensão instalado, à tensão de cedência do material, à imperfeição das fendas e à forma e dimensões do elemento, ver 2.4(3);
- $\Delta T_R$  margem de segurança, se necessária, para diferenciar o nível de fiabilidade para diferentes aplicações;
- $\Delta T_{\dot{\epsilon}}$  termo de ajustamento para uma velocidade de deformação que não seja a velocidade de deformação de referência  $\dot{\epsilon}_0$  (ver a expressão 2.3);
- $\Delta T_{\epsilon_{cf}}$  termo de ajustamento para o grau de enformagem a frio  $\epsilon_{cf}$  (ver a expressão 2.4).

**NOTA 1:** O termo de segurança  $\Delta T_R$  destinado a ajustar  $T_{Ed}$  a outros requisitos de fiabilidade poderá ser indicado no Anexo Nacional. Recomenda-se  $\Delta T_R = 0^\circ\text{C}$ , quando se utilizam os valores tabelados de acordo com 2.3.

**NOTA 2:** Na preparação dos valores tabelados indicados em 2.3, foi utilizada uma curva padrão para o desvio de temperatura  $\Delta T_\sigma$  que envolve os valores de cálculo do factor de intensidade de tensão [K] resultante de tensões aplicadas  $\sigma_{Ed}$  e de tensões residuais e que inclui a correlação de Wallin-Sanz entre o factor de intensidade de tensão [K] e a temperatura T. Poderá ser considerado um valor de  $\Delta T_\sigma = 0^\circ\text{C}$  quando se utilizam os valores tabelados indicados em 2.3.

**NOTA 3:** O Anexo Nacional poderá definir o desvio máximo entre  $T_{Ed}$  e a temperatura de ensaio e o domínio de  $\sigma_{Ed}$  para os quais poderá ser limitada a validade dos valores da espessura admissível do Quadro 2.1.

**NOTA 4:** A aplicação do Quadro 2.1 poderá ser limitada pelo Anexo Nacional a aços até à classe S 460 inclusive.

(6) As tensões de referência  $\sigma_{Ed}$  deverão ser determinadas por uma análise elástica tendo em conta os efeitos secundários resultantes de deformações.

## 2.3 Espessuras máximas admissíveis

### 2.3.1 Generalidades

(1) O Quadro 2.1 fornece a espessura máxima admissível do elemento em função da classe do aço, da sua tenacidade em termos do valor KV, do nível de tensões de referência  $[\sigma_{Ed}]$  e da temperatura de referência  $[T_{Ed}]$ .

(2) Os valores tabelados baseiam-se nas seguintes hipóteses:

- os valores satisfazem os requisitos de fiabilidade da EN 1990 para a qualidade geral do material;
- foi utilizada uma velocidade de deformação de referência  $\dot{\epsilon}_0 = 4 \times 10^{-4}/\text{s}$  que cobre os efeitos das acções dinâmicas para a maioria das situações de projecto persistentes e transitórias. Para outras velocidades de deformação  $\dot{\epsilon}$  (por exemplo para acções de impacto), os valores tabelados poderão ser utilizados reduzindo  $T_{Ed}$  por uma dedução  $\Delta T_{\dot{\epsilon}}$  obtida por:

$$\Delta T_{\dot{\epsilon}} = - \frac{1440 - f_y(t)}{550} \times \left( \ln \frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_0} \right)^{1,5} \quad [^\circ\text{C}] \quad (2.3)$$

- considerou-se um material não enformado a frio com  $\epsilon_{cf} = 0 \%$ . Para ter em conta a enformagem a frio de aços sem envelhecimento, os valores tabelados poderão ser utilizados corrigindo  $T_{Ed}$  pela dedução de  $\Delta T_{\epsilon_{cf}}$ :

$$\Delta T_{\epsilon_{cf}} = -3 \times \epsilon_{cf} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (2.4)$$

- os valores nominais da tenacidade expressos em termos de  $T_{27J}$  baseiam-se nas seguintes normas de produtos: EN 10025, EN 10210-1, EN 10219-1;

para outros valores foi utilizada a seguinte correlação:

$$\begin{aligned} T_{40J} &= T_{27J} + 10 \text{ [}^\circ\text{C]} \\ T_{30J} &= T_{27J} + 0 \text{ [}^\circ\text{C]} \end{aligned} \quad (2.5)$$

- para os elementos sujeitos a fadiga estão abrangidas todas as categorias de pormenor da EN 1993-1-9 aplicáveis à tensão nominal.

**NOTA:** A fadiga foi tida em conta pela aplicação de uma acção de fadiga a um elemento com uma imperfeição inicial. O dano admitido é de um quarto do dano total devido à fadiga determinado em conformidade com a EN 1993-1-9. Esta abordagem permite a avaliação do número mínimo de “períodos seguros” entre inspecções em serviço quando as inspecções tiverem que ser especificadas para a tolerância ao dano de acordo com a EN 1993-1-9. O número requerido [n] de inspecções em serviço está relacionado com os coeficientes parciais  $\gamma_{Ff}$  e  $\gamma_{Mf}$  aplicados no cálculo à fadiga de acordo com a EN 1993-1-9 segundo a expressão seguinte:

$$n = \frac{4}{(\gamma_{Ff} \gamma_{Mf})^m} - 1$$

em que  $m = 5$  aplica-se às estruturas com longo período de vida útil, como as pontes.

O “período seguro” entre inspecções em serviço poderá também abranger a totalidade do tempo de vida útil de cálculo de uma estrutura.

### 2.3.2 Determinação dos valores admissíveis máximos da espessura do elemento

(1) O Quadro 2.1 fornece os valores máximos admissíveis da espessura em função de três níveis de tensão expressos sob a forma de proporções do valor nominal da tensão de cedência:

$$\begin{aligned} \text{a) } \sigma_{Ed} &= 0,75 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]} \\ \text{b) } \sigma_{Ed} &= 0,50 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]} \\ \text{c) } \sigma_{Ed} &= 0,25 f_y(t) \text{ [N/mm}^2\text{]} \end{aligned} \quad (2.6)$$

em que  $f_y(t)$  poderá ser determinado, ou a partir de:

$$f_y(t) = f_{y,nom} - 0,25 \frac{t}{t_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

em que:

$t$  espessura da chapa em mm;

$t_0 = 1 \text{ mm}$ ;

ou considerando os valores  $R_{eH}$  obtidos das normas aplicáveis de produtos de aço.

Os valores tabelados são determinados em função de uma escolha entre sete temperaturas de referência: +10 °C, 0 °C, -10 °C, -20 °C, -30 °C, -40 °C e -50 °C.

Quadro 2.1 – Valores máximos admissíveis da espessura do elemento t, em mm

Classe de aço	Quali- dade	KV		Temperatura de referência T <sub>Ed</sub> [°C]																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
		a T [°C]	J <sub>min</sub>	σ <sub>Ed</sub> = 0,75 f <sub>y</sub> (t)							σ <sub>Ed</sub> = 0,50 f <sub>y</sub> (t)							σ <sub>Ed</sub> = 0,25 f <sub>y</sub> (t)						
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	90	75	65	55	45	40	35	135	115	100	85	75	65	60
	J0	0	27	90	75	60	50	40	35	30	125	105	90	75	65	55	45	175	155	135	115	100	85	75
	J2	-20	27	125	105	90	75	60	50	40	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	115	95	80	70	55	50	40	165	145	125	110	95	80	70
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95
	M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110
	ML,NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	200	200	180	155	130	115	95	230	200	200	200	190	165	145
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	15	10	65	55	45	40	30	25	25	110	95	80	70	60	55	45
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15	95	80	65	55	45	40	30	150	130	110	95	80	70	60
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	135	110	95	80	65	55	45	200	175	150	130	110	95	80
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	155	135	110	95	80	65	55	200	200	175	150	130	110	95
	ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	200	180	155	135	110	95	80	210	200	200	200	175	150	130
S420	M,N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	140	120	100	85	70	60	50	200	185	160	140	120	100	85
	ML,NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	190	165	140	120	100	85	70	200	200	200	185	160	140	120
S460	Q	-20	30	70	60	50	40	30	25	20	110	95	75	65	55	45	35	175	155	130	115	95	80	70
	M,N	-20	40	90	70	60	50	40	30	25	130	110	95	75	65	55	45	200	175	155	130	115	95	80
	QL	-40	30	105	90	70	60	50	40	30	155	130	110	95	75	65	55	200	200	175	155	130	115	95
	ML,NL	-50	27	125	105	90	70	60	50	40	180	155	130	110	95	75	65	200	200	200	175	155	130	115
	QL1	-60	30	150	125	105	90	70	60	50	200	180	155	130	110	95	75	215	200	200	200	175	155	130
S690	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100

**NOTA 1:** É possível efectuar uma interpolação linear entre os valores do Quadro 2.1. A maioria das aplicações requiere valores de  $\sigma_{Ed}$  entre  $\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)$  e  $\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)$ .  $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$  é fornecido para fins de interpolação. Não são válidas extrapolações para além dos valores extremos.

**NOTA 2:** Na encomenda de produtos de aço da classe S 690, deverá ser especificada a temperatura de ensaio T<sub>KV</sub>.

**NOTA 3:** O Quadro 2.1 resulta de valores garantidos de KV na direcção da laminagem do produto.

## 2.4 Avaliação pela mecânica da fractura

(1) Para a avaliação numérica utilizando a mecânica da fractura, o requisito de tenacidade assim como o valor de cálculo da tenacidade dos materiais poderão ser expressos em termos de valores CTOD, de valores do integral J, de valores K<sub>IC</sub> ou de valores KV, devendo a comparação ser feita usando os métodos adequados da mecânica da fractura.

(2) A temperatura de referência deverá satisfazer a seguinte condição:

$$T_{Ed} \geq T_{Rd} \quad (2.7)$$

em que:

$T_{Rd}$  temperatura à qual pode ser assegurado um nível adequado de tenacidade à fractura nas condições da avaliação.

(3) O mecanismo de rotura potencial deverá ser modelado considerando uma imperfeição adequada que reduza a secção útil do elemento, tornando-o assim mais susceptível a uma rotura na secção reduzida. A imperfeição deverá satisfazer os seguintes requisitos:

- a sua localização e a sua forma deverão ser apropriadas para o caso de entalhe considerado. Os quadros de classificação da fadiga da EN 1993-1-9 poderão constituir um guia para as posições adequadas das fendas;
- para os elementos não susceptíveis à fadiga, a imperfeição deverá ter a dimensão máxima susceptível de não ser detectada pelos métodos de inspecção utilizados de acordo com a EN 1090. A imperfeição deverá ser localizada na zona mais desfavorável de concentração de tensões;
- para os elementos susceptíveis à fadiga, a dimensão da imperfeição deverá resultar de uma imperfeição inicial que se propagou por fadiga. A dimensão da fenda inicial deverá ser escolhida de forma a representar o valor mínimo detectável pelos métodos de inspecção utilizados em conformidade com a EN 1090. O modelo de propagação das fendas resultante da fadiga deverá ser calculado com um modelo apropriado da mecânica da fractura e utilizar as cargas ocorridas durante o seu tempo de vida útil ou durante um intervalo entre inspecções (caso seja relevante).

(4) Se um pormenor construtivo não puder ser equiparado aos pormenores da EN 1993-1-9 ou se forem necessários métodos mais rigorosos para obter resultados mais precisos do que os fornecidos no Quadro 2.1, deverá ser efectuada uma verificação específica através de ensaios de fractura sobre provetes de grande escala.

**NOTA:** A avaliação numérica dos resultados dos ensaios poderá ser efectuada através da metodologia indicada no Anexo D da EN 1990.

### 3 Escolha dos materiais para as propriedades segundo a espessura

#### 3.1 Generalidades

(1) A escolha da classe de qualidade deverá ser feita a partir do Quadro 3.1 em função das consequências de um arranque lamelar.

Quadro 3.1 – Escolha da classe de qualidade

Classe	Aplicação
1	Todos os produtos de aço e todas as espessuras listados nas normas europeias para todas as aplicações
2	Produtos de aço e espessuras listados nas normas europeias e/ou outras aplicações referenciadas

**NOTA:** O Anexo Nacional poderá indicar a classe apropriada. Recomenda-se a utilização da classe 1.

(2) Em função da classe de qualidade seleccionada a partir do Quadro 3.1:



- deverão ser especificadas, a partir da EN 10164, as propriedades segundo a espessura do material de aço; ou
  - deverá ser verificada a ocorrência de arranque lamelar através de uma inspecção pós-fabrico.
- (3) Os seguintes aspectos deverão ser considerados na concepção de ligações entre elementos de aço para salvaguardar a ocorrência de arranque lamelar:
- a natureza crítica da localização em função da tensão de tracção aplicada e do grau de redundância da estrutura;
  - a extensão, segunda a espessura, do elemento sobre o qual outro elemento é ligado. Esta extensão resulta da contracção do metal da soldadura durante o seu arrefecimento. Aumenta de forma considerável no caso de restrição por outras partes da estrutura;
  - a natureza do pormenor da ligação, em particular juntas soldadas cruciformes, em T e de canto. Por exemplo, no ponto representado na Figura 3.1, a chapa horizontal pode ter uma ductilidade insuficiente segundo a espessura. A ocorrência de arranque lamelar é muito provável se a deformação na ligação se der segundo a espessura do material, o que acontece se a face de fusão for aproximadamente paralela à superfície do material e se a deformação induzida pela retracção ocorrer perpendicularmente à direcção de laminagem do material. Quanto maior a dimensão da soldadura, maior é a susceptibilidade;
  - as propriedades químicas do material solicitado transversalmente. Em particular, níveis elevados de enxofre, mesmo que significativamente inferiores aos limites indicados nas normas dos produtos de aço, podem favorecer o arranque lamelar.

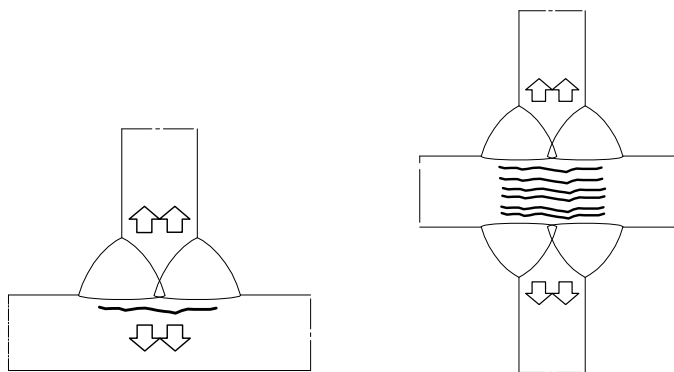


Figura 3.1 – Arranque lamelar

(4) A susceptibilidade do material deverá ser determinada através da medição da ductilidade segundo a espessura de acordo com a EN 10164, a qual é expressa em termos de classes de qualidade identificadas por valores de Z.

**NOTA 1:** O arranque lamelar é uma imperfeição resultante da soldadura no material que, em geral, é detectado através de um ensaio de ultra-sons. O risco principal de arranque lamelar ocorre em juntas cruciformes, em T e de canto, e em soldaduras de penetração total.

**NOTA 2:** Na EN 1011-2 são fornecidas recomendações sobre a forma de evitar o arranque lamelar durante a soldadura.

### 3.2 Procedimento

(1) O arranque lamelar poderá ser desprezado se for satisfeita a seguinte condição:

$$Z_{Ed} \leq Z_{Rd} \quad (3.1)$$

em que:

$Z_{Ed}$  valor de cálculo de  $Z$  necessário, resultante da magnitude das extensões devidas à retracção do metal restringido sob os cordões de soldadura;

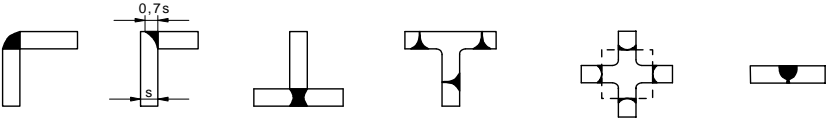
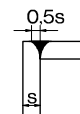
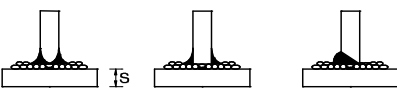
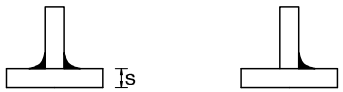
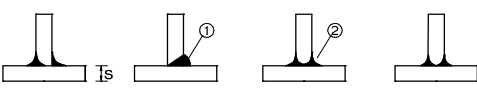
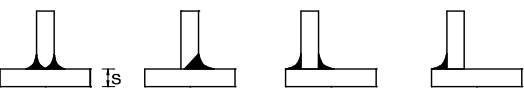

$Z_{Rd}$  valor de cálculo de  $Z$ , disponível no material, de acordo com a EN 10164, ou seja, Z15, Z25 ou Z35.

(2) O valor de cálculo de  $Z_{Ed}$  necessário poderá ser determinado a partir da expressão:

$$Z_{Ed} = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d + Z_e \quad (3.2)$$

em que  $Z_a$ ,  $Z_b$ ,  $Z_c$ ,  $Z_d$  e  $Z_e$  são indicados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Critérios que afectam o valor-alvo de  $Z_{Ed}$

a)	Espessura da soldadura respeitante à deformação por retracção do metal	Espessura efectiva da soldadura $a_{eff}$ (ver a Figura 3.2)	Espessura do cordão de soldadura de ângulo ( $a$ )	$Z_i$
		$a_{eff} \leq 7 \text{ mm}$	$a = 5 \text{ mm}$	$Z_a = 0$
		$7 \text{ mm} < a_{eff} \leq 10 \text{ mm}$	$a = 7 \text{ mm}$	$Z_a = 3$
		$10 \text{ mm} < a_{eff} \leq 20 \text{ mm}$	$a = 14 \text{ mm}$	$Z_a = 6$
		$20 \text{ mm} < a_{eff} \leq 30 \text{ mm}$	$a = 21 \text{ mm}$	$Z_a = 9$
		$30 \text{ mm} < a_{eff} \leq 40 \text{ mm}$	$a = 28 \text{ mm}$	$Z_a = 12$
		$40 \text{ mm} < a_{eff} \leq 50 \text{ mm}$	$a = 35 \text{ mm}$	$Z_a = 15$
		$50 < a_{eff}$	$a > 35 \text{ mm}$	$Z_a = 15$
b)	Forma e posição das soldaduras nas juntas em T, cruciformes e de canto			$Z_b = -25$
		ligações de canto		$Z_b = -10$
		soldaduras de canto de uma só passagem $Z_a = 0$ ou soldaduras de canto com $Z_a > 1$ com depósito superficial de um material de soldadura de baixa resistência		$Z_b = -5$
		soldaduras de canto com multipassagens		$Z_b = 0$
		soldaduras com penetração total ou parcial	com a sequência de soldadura adequada para redução dos efeitos da retracção 	$Z_b = 3$
		soldaduras com penetração total ou parcial		$Z_b = 5$
		juntas de canto		$Z_b = 8$

(continua)

Quadro 3.2 – Critérios que afectam o valor-alvo de  $Z_{Ed}$  (conclusão)

c)	Efeito da espessura do material $s$ no impedimento da retracção	$s \leq 10 \text{ mm}$		$Z_c = 2^{*})$
		$10 \text{ mm} < s \leq 20 \text{ mm}$		$Z_c = 4^{*})$
		$20 \text{ mm} < s \leq 30 \text{ mm}$		$Z_c = 6^{*})$
		$30 \text{ mm} < s \leq 40 \text{ mm}$		$Z_c = 8^{*})$
		$40 \text{ mm} < s \leq 50 \text{ mm}$		$Z_c = 10^{*})$
		$50 \text{ mm} < s \leq 60 \text{ mm}$		$Z_c = 12^{*})$
		$60 \text{ mm} < s \leq 70 \text{ mm}$		$Z_c = 15^{*})$
		$70 \text{ mm} < s$		$Z_c = 15^{*})$
d)	Impedimento da retracção após a soldadura por outras partes da estrutura	Impedimento baixo:	Contração livre permitida (por exemplo, ligações em T)	$Z_d = 0$
		Impedimento médio:	Contração livre limitada (por exemplo, diafragmas das vigas em caixão)	$Z_d = 3$
		Impedimento elevado:	Contração livre impedida (por exemplo, nas lajes de tabuleiro ortotrópicas)	$Z_d = 5$
e)	Influência do pré-aquecimento	Sem pré-aquecimento		$Z_e = 0$
		Pré-aquecimento $\geq 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$		$Z_e = -8$

<sup>\*)</sup> Poderá ser reduzido de 50 % para o material solicitado à compressão, segundo a espessura, por cargas predominantemente estáticas.

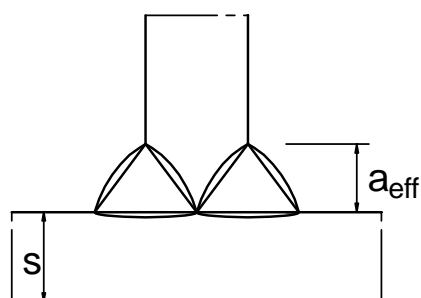
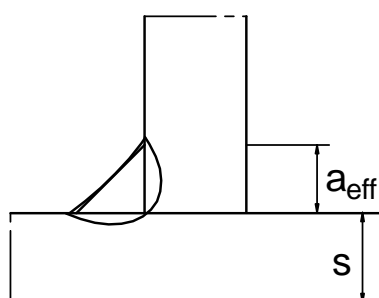


Figura 3.2 – Espessura de soldadura efectiva para a retracção ( $a_{eff}$ )

(3) A classe  $Z_{Rd}$  apropriada segundo a EN 10164 poderá ser obtida pela aplicação de uma classificação adequada.

**NOTA:** Para a classificação, ver a EN 1993-1-1 e as EN 1993-2 a EN 1993-6.

## **Anexo Nacional NA**

### **Introdução**

O presente Anexo Nacional foi elaborado no âmbito da actividade da Comissão Técnica Portuguesa de Normalização CT 115 – Eurocódigos Estruturais, cuja coordenação é assegurada pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) na sua qualidade de Organismo de Normalização Sectorial (ONS) no domínio dos Eurocódigos Estruturais.

A inclusão de um Anexo Nacional na NP EN 1993-1-10:2010 decorre do disposto no Preâmbulo desta Norma.

### **NA.1 – Objectivo e campo de aplicação**

Este Anexo Nacional estabelece as condições para a implementação, em Portugal, da NP EN 1993-1-10:2010 – “Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço – Parte 1-10: Tenacidade dos materiais e propriedades segundo a espessura”, as quais se referem aos seguintes aspectos:

- a) Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP);
- b) informações complementares não contraditórias.

### **NA.2 – Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP)**

#### **NA.2.1 – Generalidades**

Os Parâmetros Determinados a nível Nacional (NDP) relativos às Regras de Aplicação onde são permitidas opções nacionais são estabelecidos no Preâmbulo da presente Norma.

Nas secções NA.2.2 e NA.2.3 referem-se, respectivamente, as Regras de Aplicação sem prescrições a nível nacional e com prescrições a nível nacional. As prescrições a nível nacional, indicadas na secção NA.2.3, são referenciadas do mesmo modo que no corpo da Norma mas precedidas de “NA–”.

#### **NA.2.2 – Regras de Aplicação sem prescrições a nível nacional**

Relativamente a:

- 2.2(5), Nota 1
- 3.1(1)

prescinde-se de introduzir prescrições a nível nacional, devendo adoptar-se as correspondentes prescrições constantes desta Norma e, se tal for o caso, os procedimentos ou os valores aí recomendados.

#### **NA.2.3 – Regras de Aplicação com prescrições a nível nacional**

##### **a) NA–2.2(5), Nota 3**

Não se introduzem restrições à aplicação do Quadro 2.1.

##### **b) NA–2.2(5), Nota 4**

Admite-se a aplicação do Quadro 2.1 até à Classe S 690.

## **NA.3 – Informações complementares**

### **NA.3.1 – Objectivo**

Na secção NA.3 são fornecidas informações complementares não contraditórias com as prescrições da presente Norma, visando auxiliar a aplicação desta Norma.

### **NA.3.2 – Informações gerais**

#### **a) Temperatura mínima de serviço**

Deve adoptar-se o valor da temperatura mínima de serviço recomendado na NP EN 1991-1-5, designadamente os valores prescritos no respectivo Anexo Nacional. Em condições particulares, o caderno de encargos da obra pode estipular valores mais baixos para a temperatura mínima de serviço.

#### **b) Qualidade a adoptar para o aço em estruturas soldadas**

A especificação da qualidade a adoptar para o aço em estruturas soldadas deve ter em conta os requisitos prescritos na presente Norma, relativamente à resistência à rotura frágil e ao arranque lamelar.

Em estruturas soldadas para edifícios, caso se utilizem chapas de espessura superior a 40 mm, recomenda-se que a sua qualidade seja no mínimo J0. Esta recomendação não dispensa a verificação da segurança de acordo com a presente Norma.

Em relação a outros tipos de estruturas, devem consultar-se as correspondentes Partes do Eurocódigo 3.

## **NA.4 – Correspondência entre as normas europeias referidas na presente Norma e as normas nacionais**

<b>Norma europeia</b>	<b>Norma nacional</b>	<b>Título</b>
EN 1011-2:2001 /A 1:2003	NP EN 1011-2+A1:2008	<i>Soldadura – Recomendações para a soldadura de materiais metálicos – Parte 2: Soldadura por arco de aços ferríticos</i>
EN 1990:2002	NP EN 1990:2009	<i>Eurocódigo – Bases para o projecto de estruturas</i>
EN 1991-1-1:2002	NP EN 1991-1-1:2009	<i>Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-1: Acções gerais – Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios</i>
EN 1991-1-2:2002	NP EN 1991-1-2:2010	<i>Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-2: Acções gerais – Acções em estruturas expostas ao fogo</i>
EN 1991-1-3:2003	NP EN 1991-1-3:2009	<i>Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-3: Acções gerais – Acções da neve</i>
EN 1991-1-4:2005	NP EN 1991-1-4:2010	<i>Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-4: Acções gerais – Acções do vento</i>

<b>Norma europeia</b>	<b>Norma nacional</b>	<b>Título</b>
EN 1991-1-5:2003	NP EN 1991-1-5:2009	<i>Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-5: Acções gerais – Acções térmicas</i>
EN 1998-1:2004	NP EN 1998-1:2010	<i>Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios</i>
EN 1998-5:2004	NP EN 1998-5:2010	<i>Eurocódigo 8 – Projecto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspectos geotécnicos</i>
EN 10002-1:2001	NP EN 10002-1:2006	<i>Materiais metálicos – Ensaio de tracção – Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente</i>
EN 10002-5:1991	NP EN 10002-5:1992	<i>Materiais metálicos – Ensaio de tracção – Parte 5: Método de ensaio a temperatura elevada</i>
EN 10025-2:2004	NP EN 10025-2:2007	<i>Produtos laminados a quente de aços de construção – Parte 2: Condições técnicas de fornecimento para aços de construção não ligados</i>
EN 10045-1:1990	NP EN 10045-1:1990	<i>Materiais metálicos – Ensaio de choque em provete entalhado Charpy – 1.ª Parte: Método de ensaio</i>
EN 10210-1:2006	NP EN 10210-1:2008	<i>Perfis ocos estruturados acabados a quente de aços não ligados e de grão fino – Parte 1: Condições técnicas de fornecimento</i>
EN 10219-1:2006	NP EN 10219-1:2009	<i>Perfis ocos estruturais soldados e conformados a frio de aços não ligados e de grão fino – Parte 1: Condições técnicas de fornecimento</i>