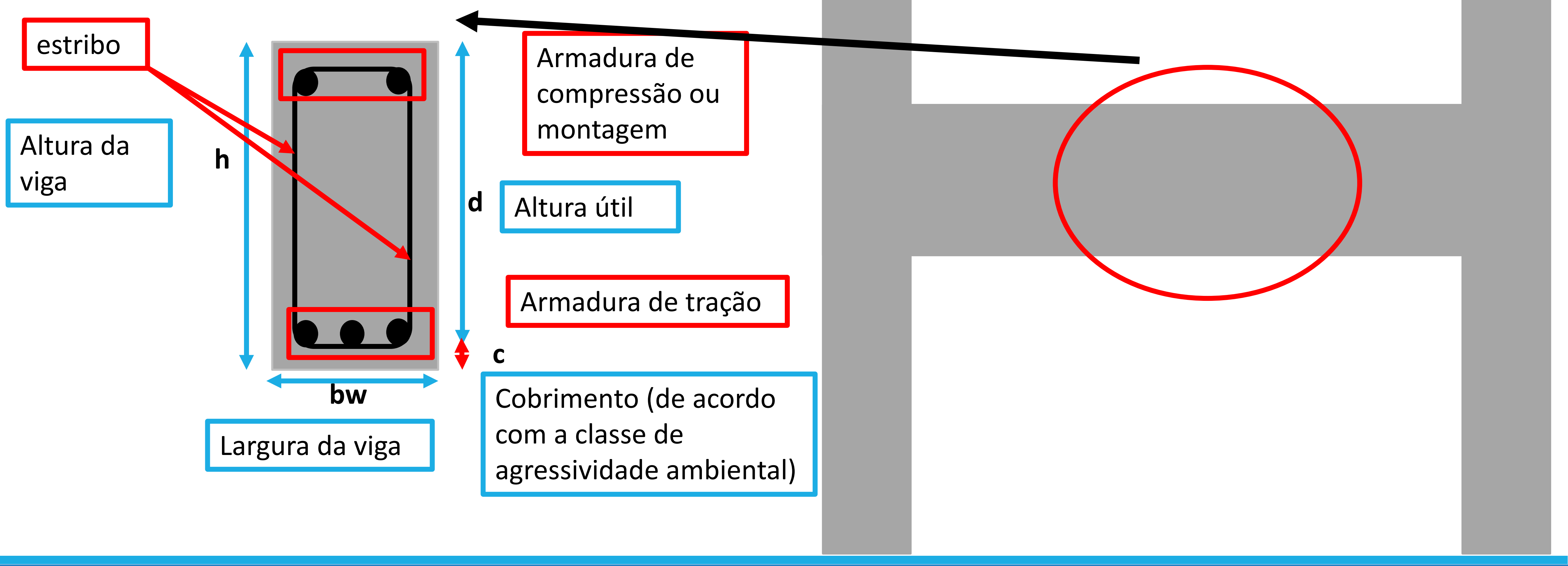
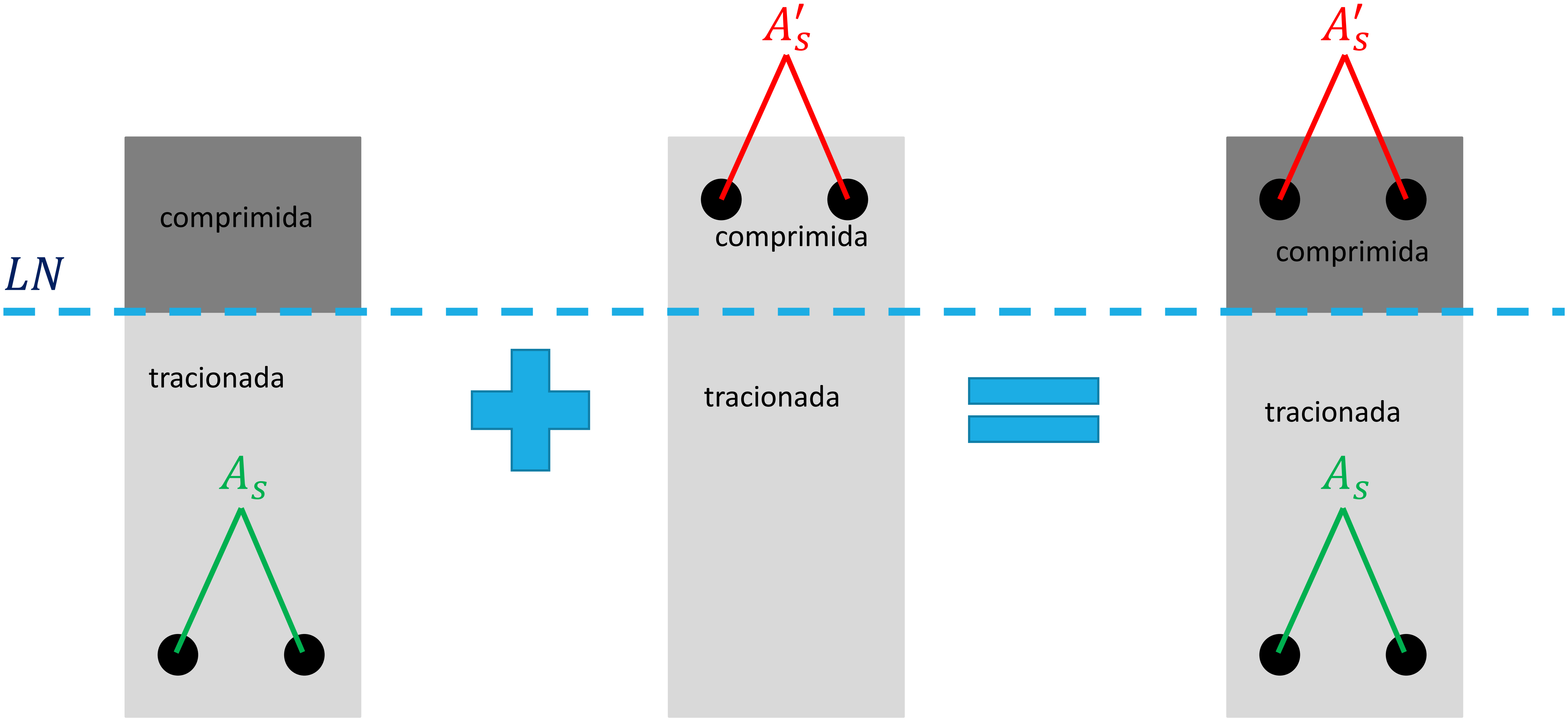
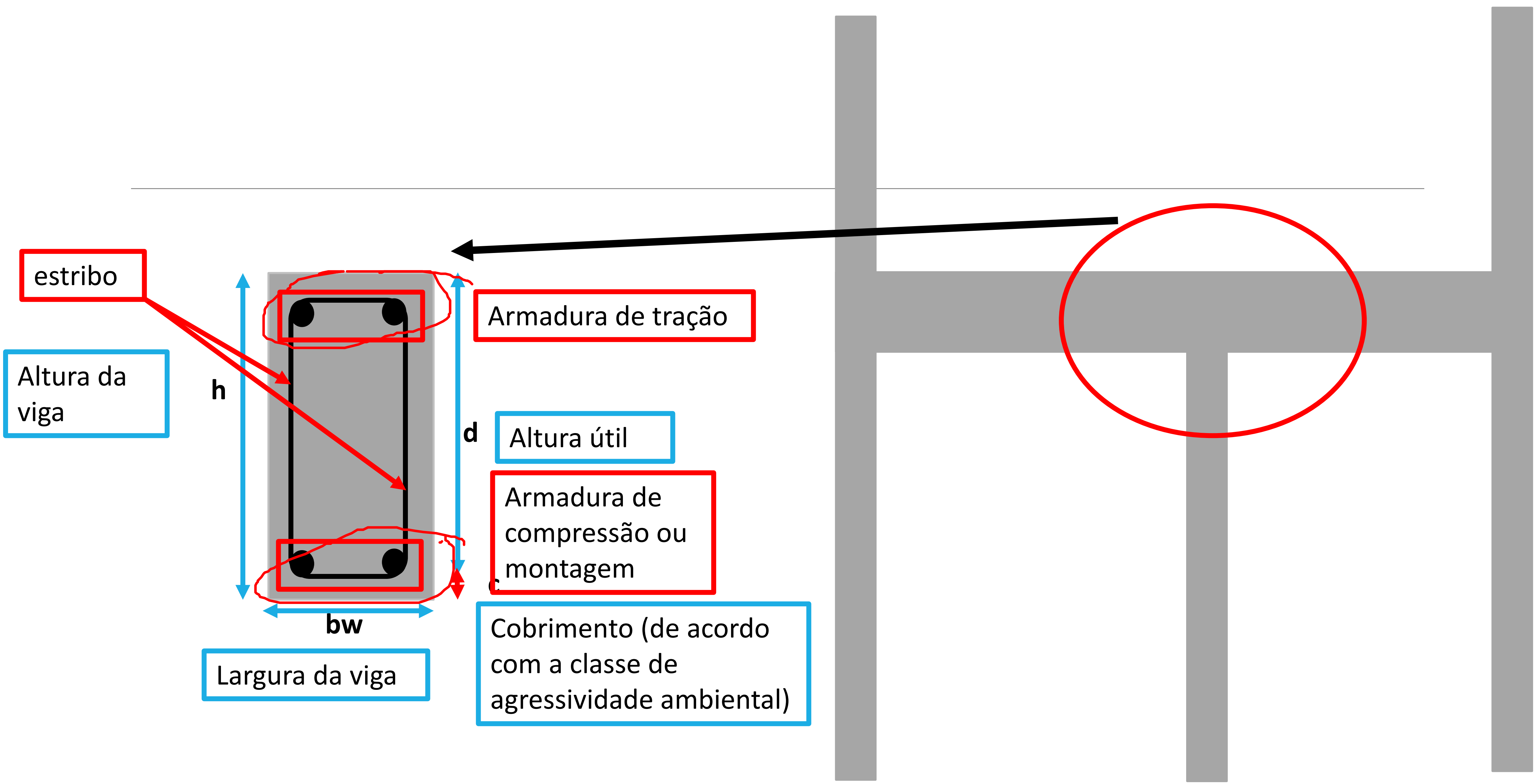
Dimensionamento de vigas com armadura dupla

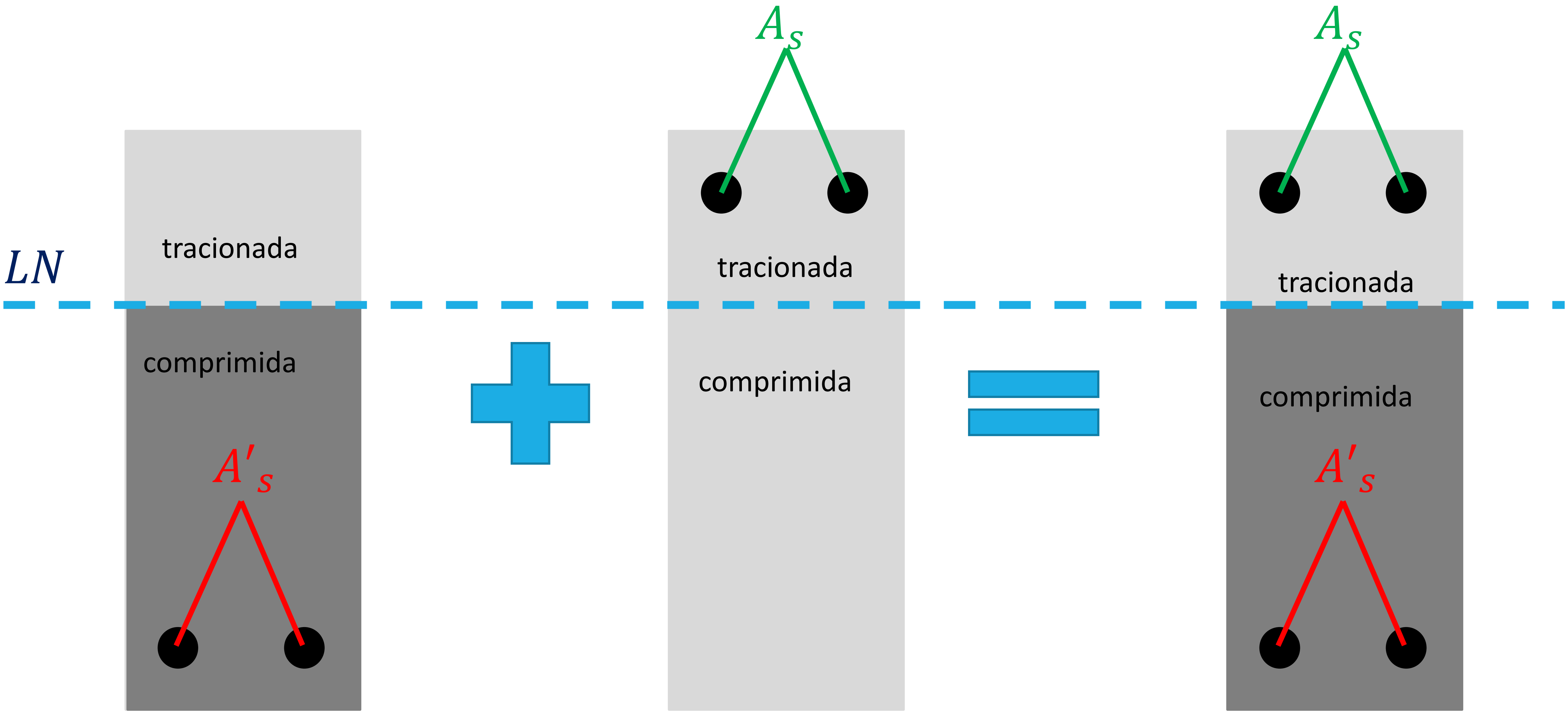
PROF. MSC PATRÍCIA ANDRADE



estribo
Altura da viga
h
Armadura de compressão ou montagem
d
Altura útil
Armadura de tração
c
bw
Largura da viga
Cobrimento (de acordo com a classe de agressividade ambiental)


A'_s
A'_s
comprimida
comprimida
comprimida
LN
tracionada
tracionada
tracionada
A_s
A_s


estribo
Altura da viga
h
Armadura de tração
d
Altura útil
Armadura de compressão ou montagem
bw
Largura da viga
Cobrimento (de acordo com a classe de agressividade ambiental)



LN
tracionada
comprimida
A'_s
A_s
tracionada
comprimida
A_s
tracionada
comprimida
A'_s

Por que algumas vigas precisam de armadura dupla?

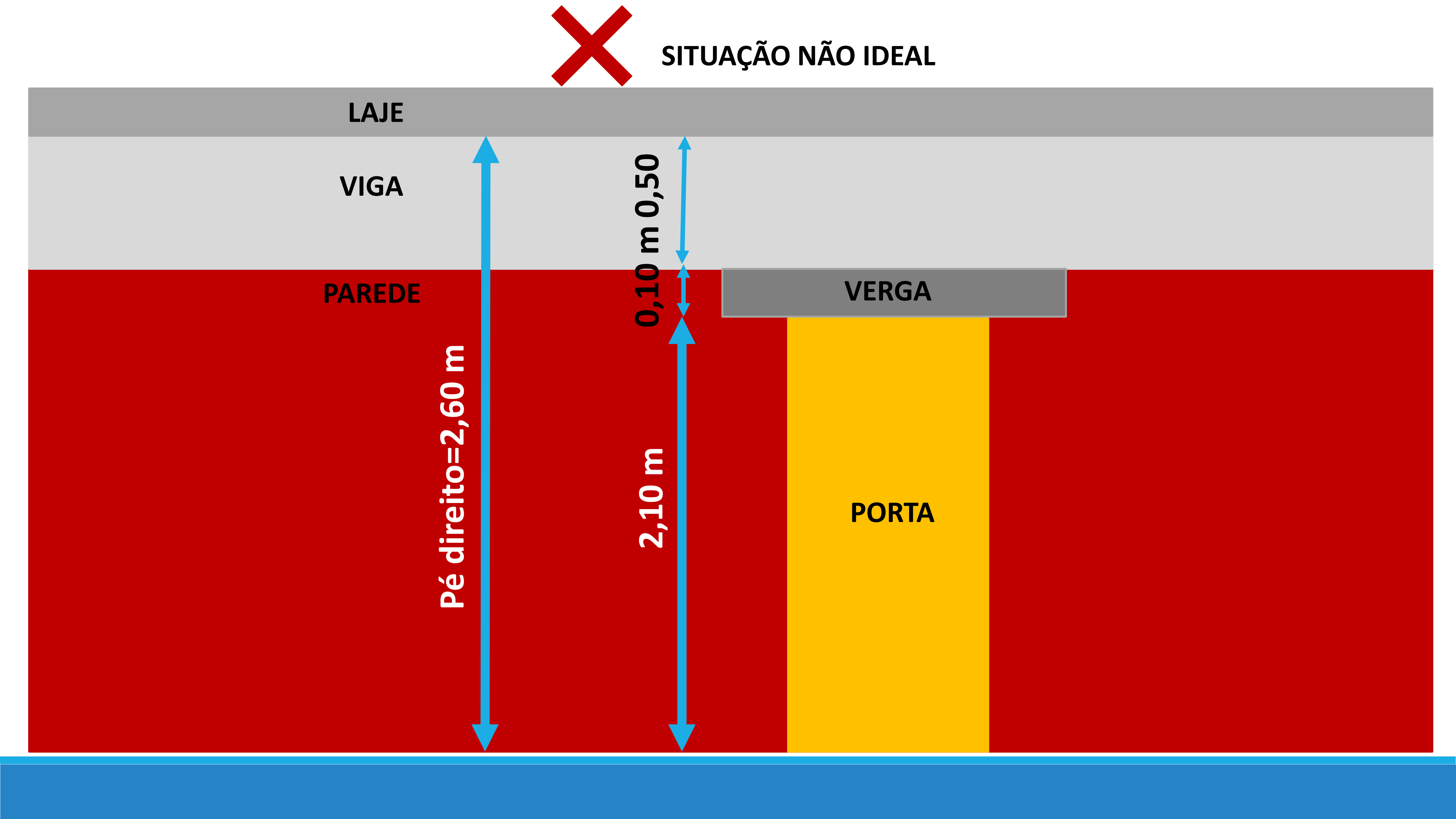
Porque algumas vezes a armadura simples não é capaz de suportar sozinha todo carregamento e, por questões de custo e por limitações arquitetônicas, não é possível aumentar a altura da viga e nem comprar concreto com resistência característica (fck) maior

Quando a saber que a viga precisa de armadura dupla?

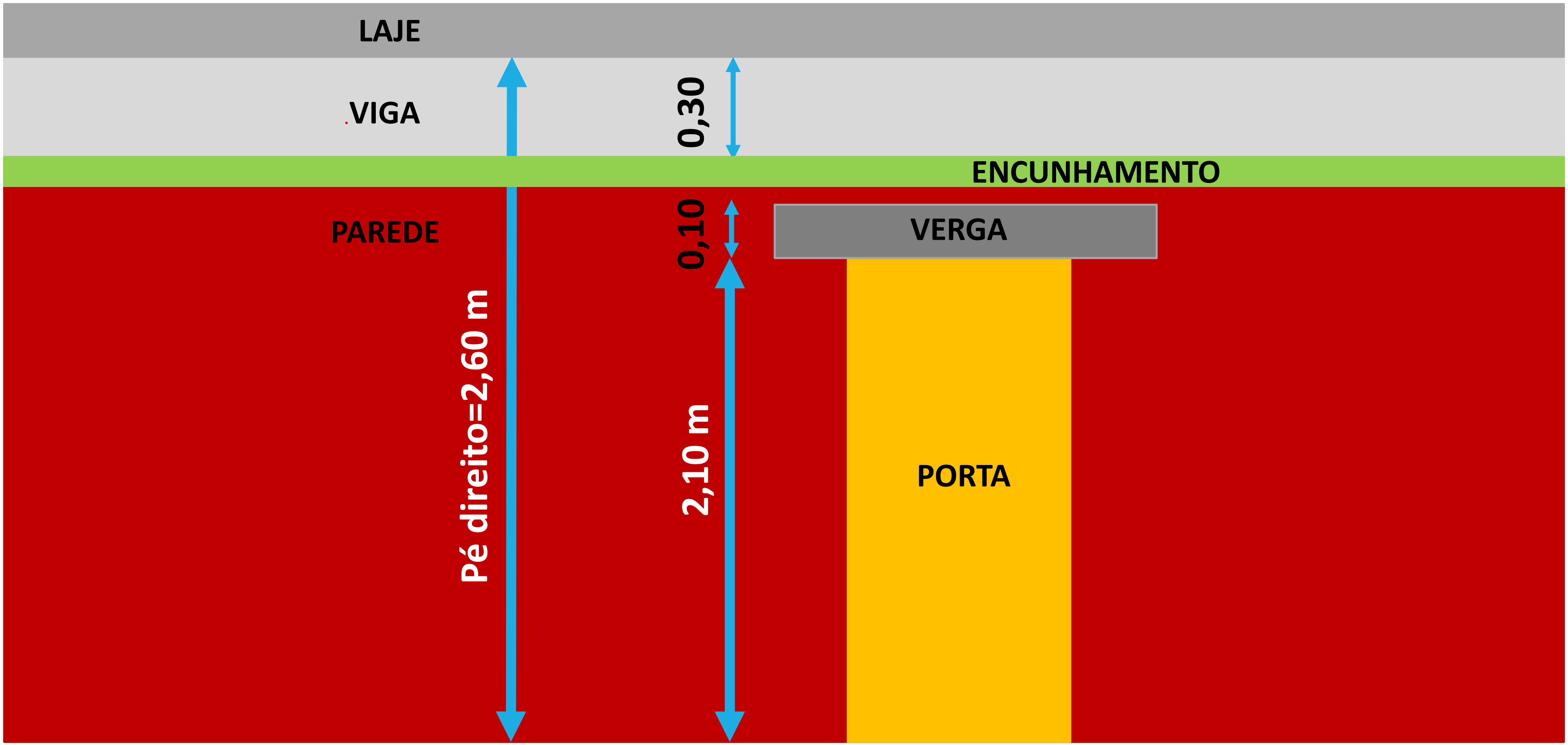
Quando há limitações arquitetônicas e

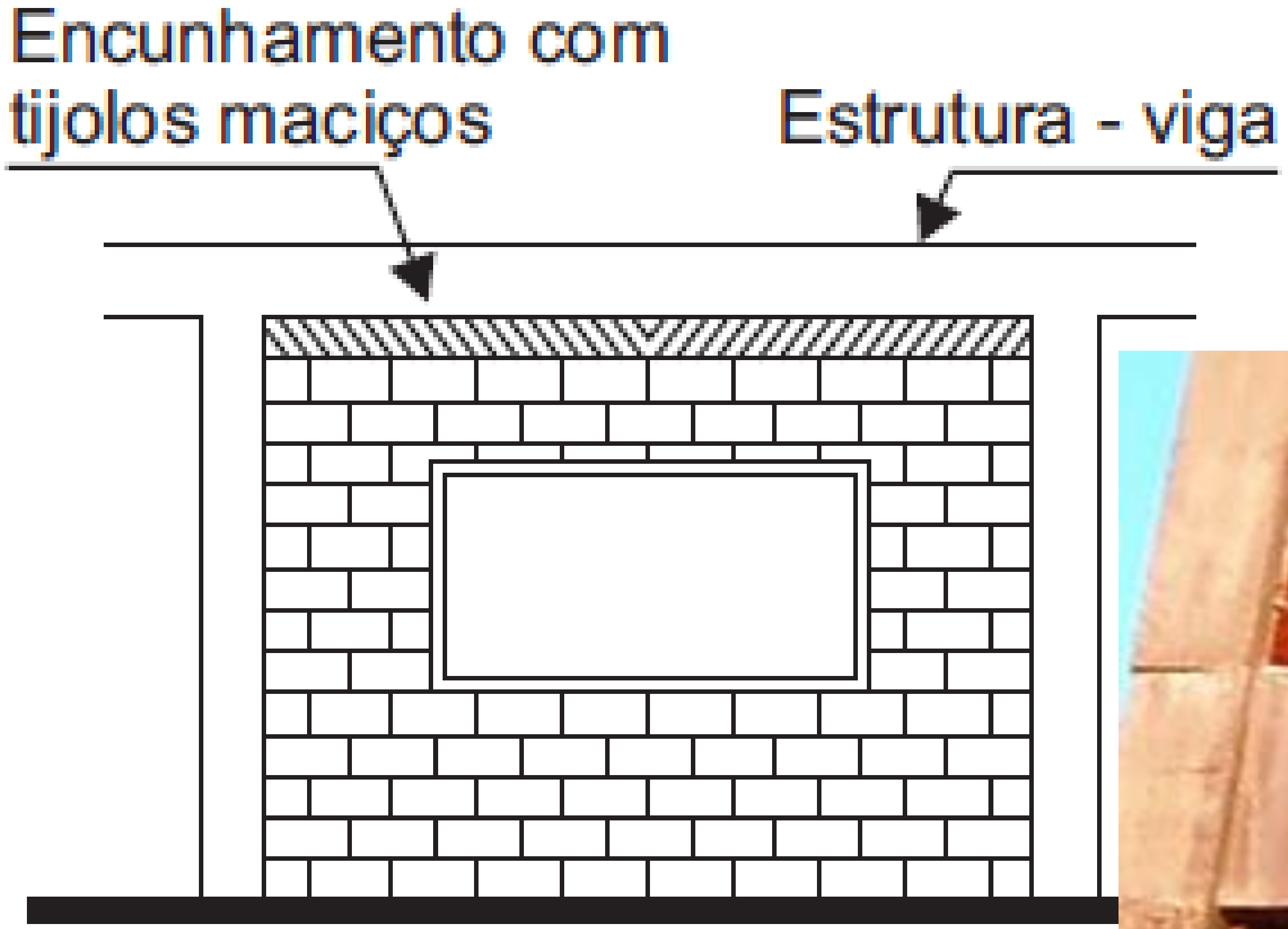
-o domínio da viga for superior ao limite de ductilidade

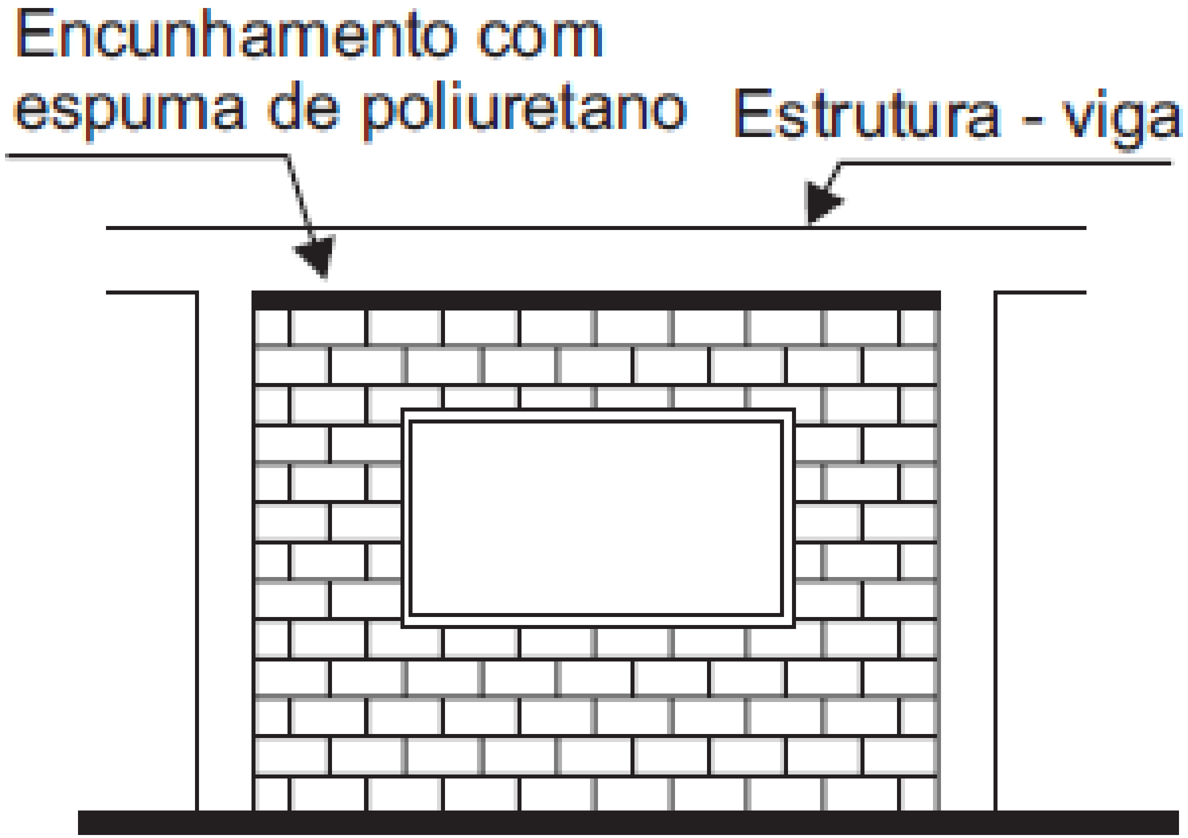
-a altura útil (d) existente na viga for inferior a altura útil mínima (dmin) para um determinado carregamento

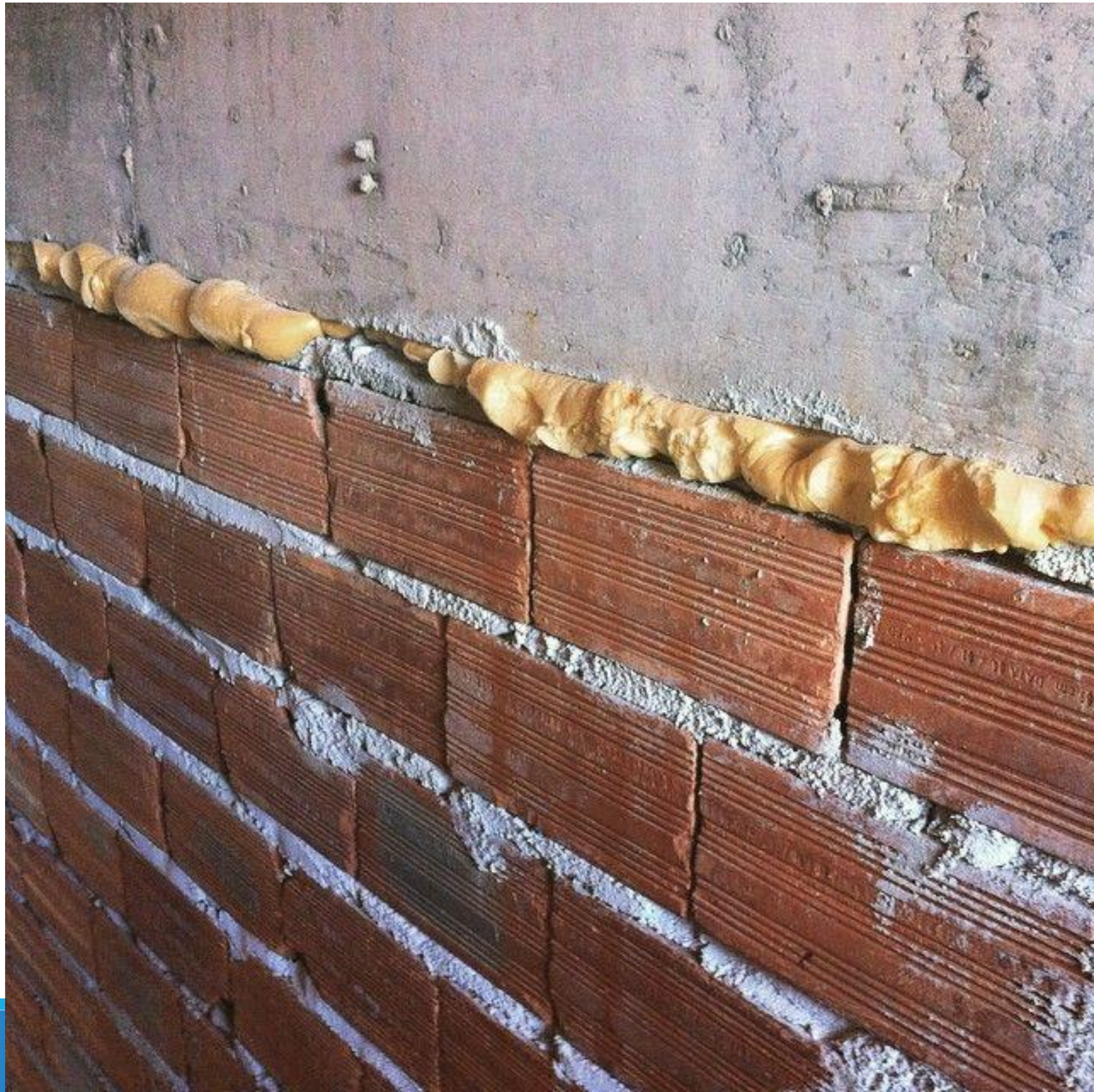

SITUAÇÃO NÃO IDEAL
LAJE
VIGA
PAREDE
0,10 m 0,50
VERGA
Pé direito=2,60 m
2,10 m
PORTA

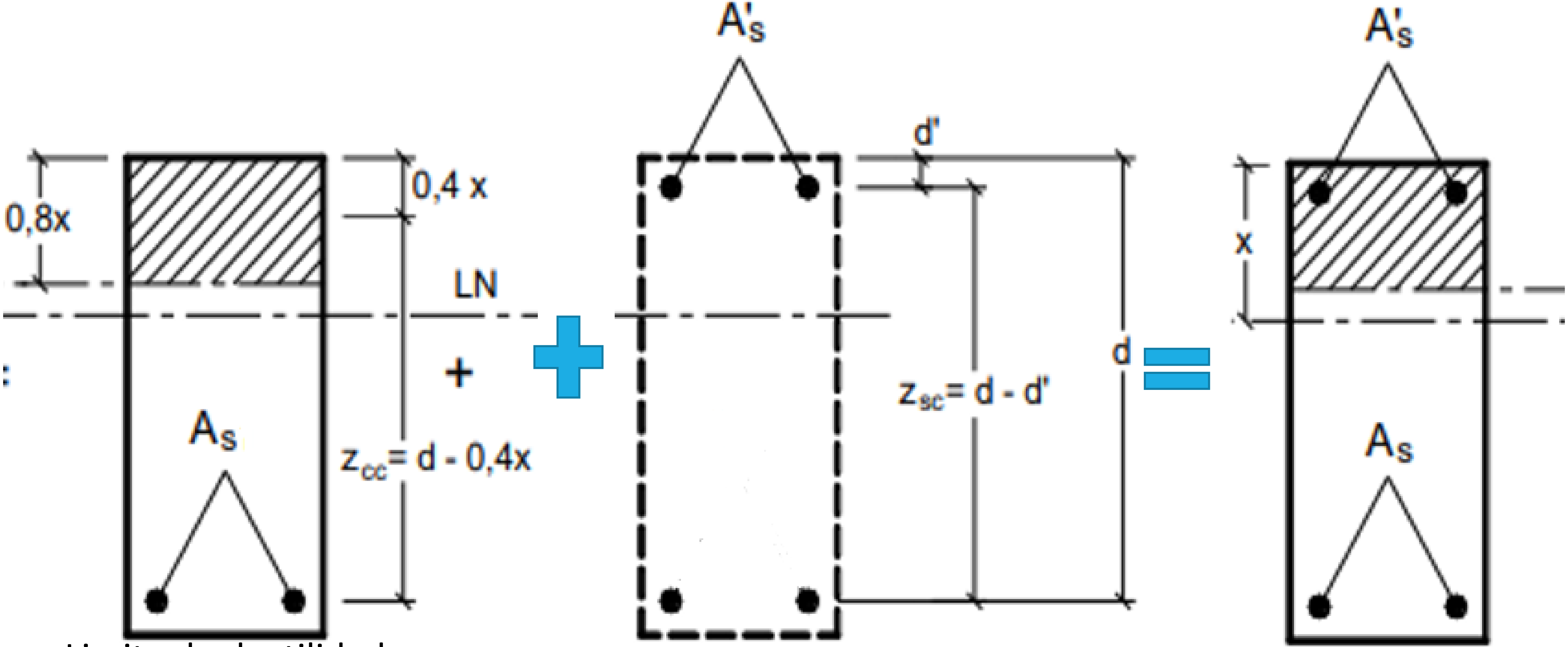
SITUAÇÃO IDEAL




Encunhamento com
tijolos maciços
Estrutura - viga


Encunhamento com
espuma de poliuretano
Estrutura - viga





Limite de ductilidade

$(x = x_{duc} = 0{,}45 * d)$

Momento limite (M_{lim})

Armadura de tração (As)

Momento não absorvido pela armadura de tração (M_2)

Armadura de compressão (A's)

Viga de armadura dupla

Procedimento

1. Determinar as forças solicitantes de projeto

2. Determinar a altura da linha neutra ou a altura útil mínima

$$M_{sd} = \alpha_c * f_{cd} * \lambda * x * b_w * \left(d - \frac{\lambda * x}{2}\right)$$

OU

$$d_{min} = 2 * \sqrt{\frac{M_{sd}}{f_{cd} * b_w}}$$

d_{min} é a altura útil mínima que a viga **DEVERIA** ter para que tenha uma armadura simples com altura da linha neutra no limite de ductilidade, ou seja,

$$x = x_{duc} = 0{,}45 * d$$

Esse valor deve ser comparado com a altura útil **existente** na viga

Procedimento

3. Momento limite

Das equações de equilíbrio, temos que:

$$M_{sd} = \alpha_c * f_{cd} * \lambda * x * b_w * \left(d - \frac{\lambda * x}{2}\right)$$

Para um concreto do grupo 1→ $\alpha_c = 0{,}85$**;** $\lambda = 0{,}8$

$$M_{sd} = 0{,}85 * f_{cd} * 0{,}8 * x * b_w * \left(d - \frac{0{,}8 * x}{2}\right)$$

$$M_{sd} = 0{,}68 * f_{cd} * x * b_w * (d - 0{,}4 * x)$$

Procedimento

3. Momento limite

$$M_{sd} = 0{,}68 * f_{cd} * x * b_w * (d - 0{,}4 * x)$$

Como queremos encontrar o momento máximo que a armadura tracionada

Suporta no limite da ductilidade

$\rightarrow x = x_{duc} = 0{,}45 * d$

$$M_{sd} = 0{,}68 * f_{cd} * 0{,}45 * d * b_w * (d - 0{,}4 * 0{,}45 * d)$$

$$M_{sd} = 0{,}306 * f_{cd} * d * b_w * (d - 0{,}18 * d)$$

$$M_{sd} = 0{,}306 * f_{cd} * d * b_w * 0{,}82 * d$$

Procedimento

3. Momento limite

$$M_{sd} = 0{,}306 * f_{cd} * d * b_w * 0{,}82 * d$$

$$\boxed{M_{lim} = M_{sd\ máx\ arm\ de\ tração} = 0{,}251 * f_{cd} * b_w * d^2}$$

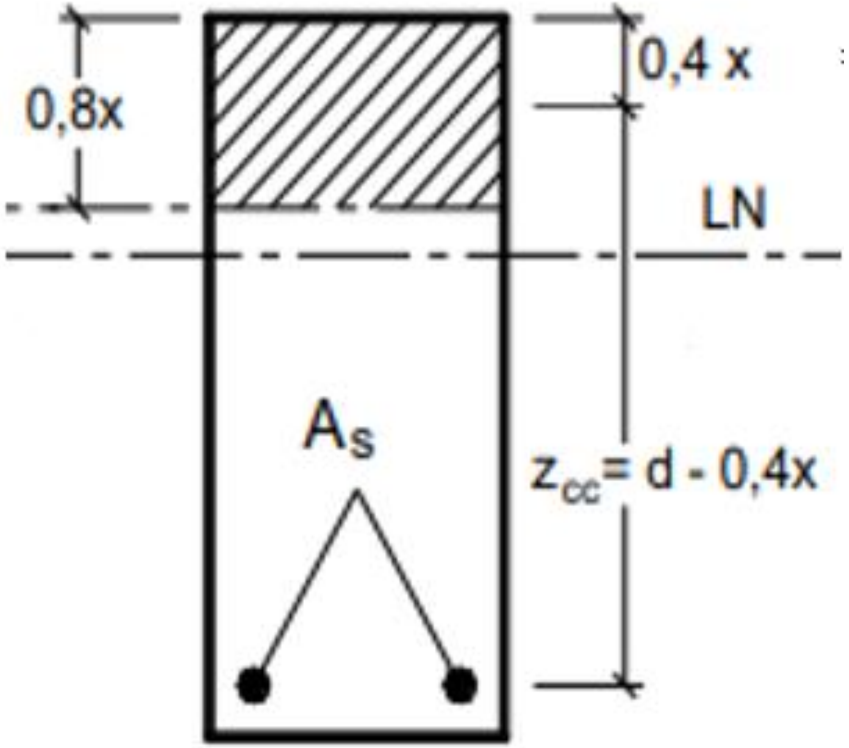
M_{lim} momento máximo que armadura de tração suporta no limite de ductilidade

$(x = x_{duc} = 0{,}45 * d)$

Procedimento

4. Determinar a área de aço (As)

$$As = \frac{M_{lim}}{(d - 0{,}4 * x) * f_{yd}}$$



$$x = x_{duc} = 0{,}45 * d$$

$$As = \frac{M_{lim}}{(d - 0{,}4 * 0{,}45 * d) * f_{yd}}$$

$$\boxed{As = \frac{M_{lim}}{0{,}82 * d * f_{yd}}}$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{1{,}15}$$

Procedimento

5. Determinar o momento absorvido pela armadura de compressão

$$M_2 = M_{sd} - M_{lim}$$

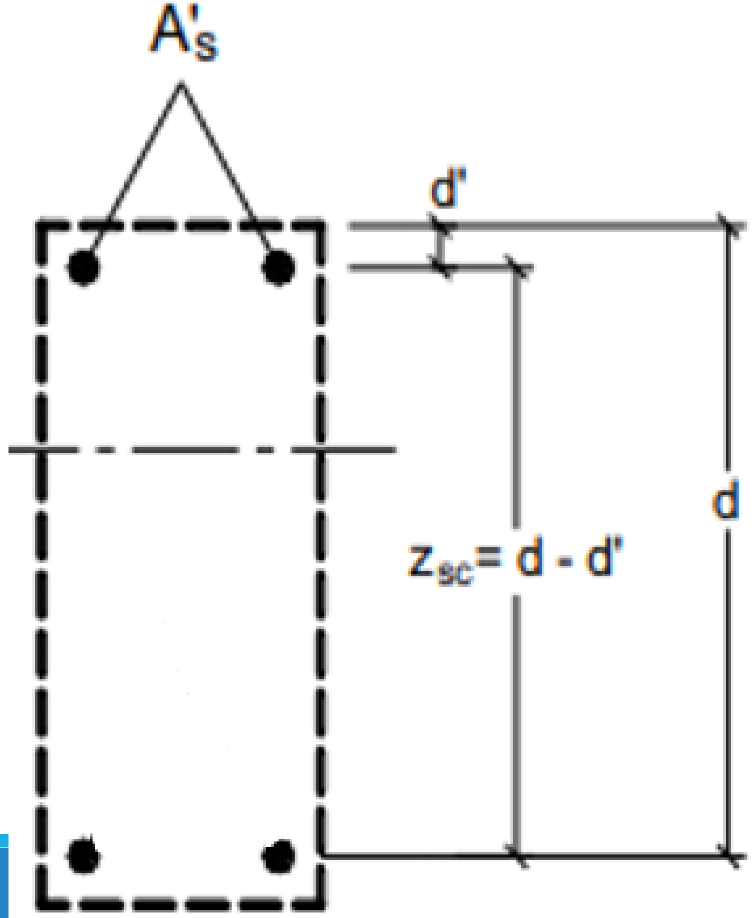
6. Altura útil linha (d')

$$d' = c + \phi_e + \frac{\phi_L}{2}$$

c o cobrimento

ϕ_e diâmetro do estribo

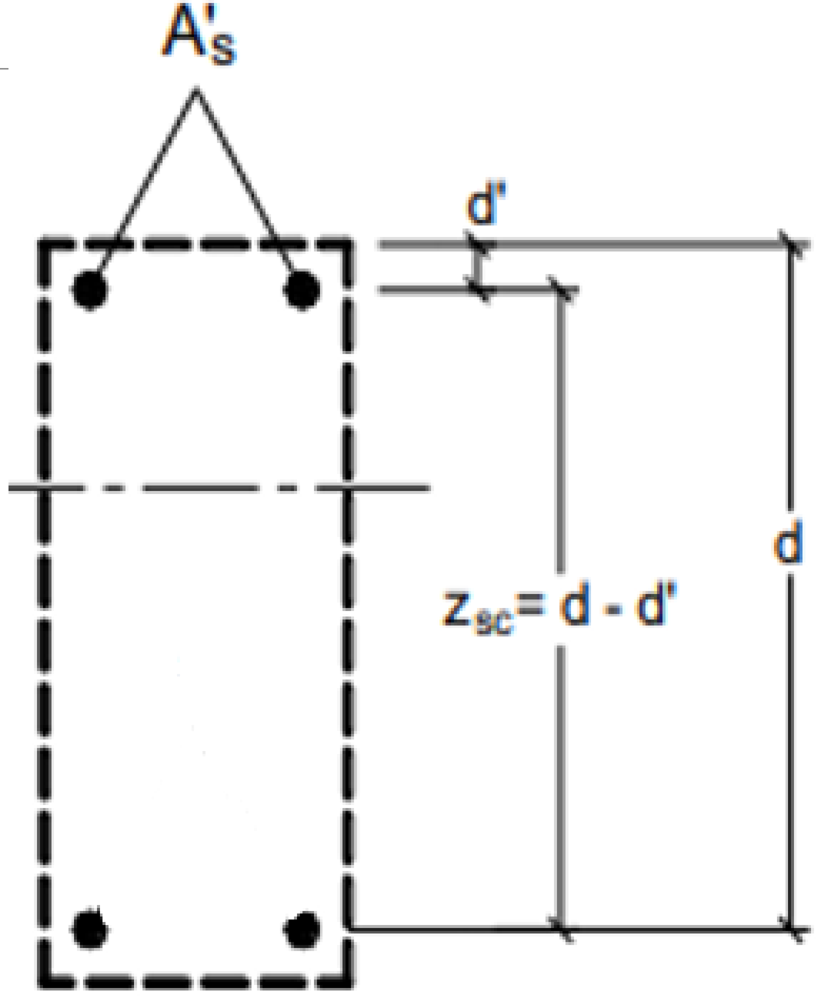
ϕ_L diâmetro da armadura longitudinal comprimida



Procedimento

7. Área de aço da armadura comprimida (A’s)

$$A's = \frac{M_2}{(d - d') * f_{yd}}$$



Exemplo

Determinar a armadura de uma viga biapoiada sob um momento Msk=45kNm (cargas permanentes). A viga está limitada arquitetonicamente. A viga possui bw=12 cm, d=29 cm. Usar aço CA 50 e concreto fck 20MPa. Considerar a existência de estribos com diâmetro 6,3 mm, Barras de aço longitudinais com diâmetro de 10 mm (comprimidas ou tracionadas). C=2,5 cm classe e agressividade I

Resolução

1. Determinar as forças solicitantes de projeto

Dado

M_{sk} =45 kNm →cargas permanentes

γ_g=1,4 (cargas permanentes)

$$M_{sd} = \gamma_g * M_{sk}$$

$$M_{sd} = 1,4 * 45$$

$$M_{sd} = 63\ kN.m\ ou\ 6300\ kN.cm$$

Resolução

2. Determinação da altura da linha neutra

$M_{sd} = \alpha_c * f_{cd} * \lambda * x * b_w * \left(d - \frac{\lambda * x}{2}\right)$

Concreto C20 → $f_{ck} = 20\ MPa < 50\ MPa$

→ $\alpha_c = 0{,}85$ e $\lambda = 0{,}8$

$$M_{sd} = 0{,}85 * f_{cd} * 0{,}8 * x * b_w * \left(d - \frac{0{,}8 * x}{2}\right)$$

$$6300 = 0{,}68 * \frac{2}{1{,}4} * x * 12 * (29 - 0{,}4 * x)$$

$$\frac{6300}{12 * 0{,}68 * \left(\frac{2}{1{,}4}\right)} = x * (29 - 0{,}4 * x)$$

Resolução

2. Determinação da altura da linha neutra

$$540{,}3 = 29 * x - 0{,}4 * x^2$$

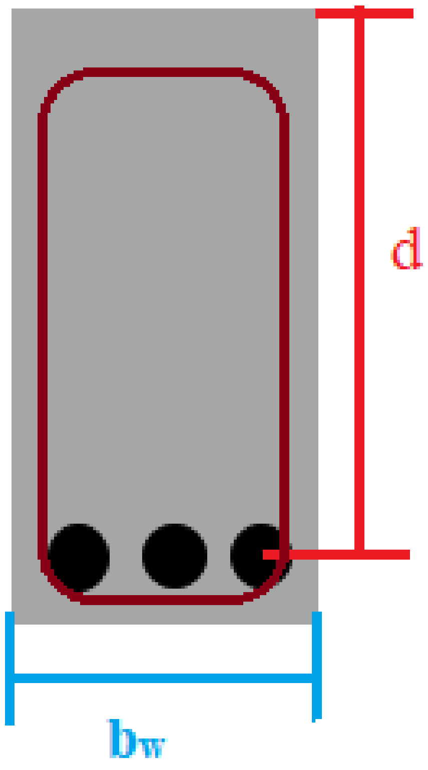
$$0 = -0{,}4 * x^2 + 29 * x - 540{,}3$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4*a*c}}{2*a}$$

$$x = \frac{-29 \pm \sqrt{29^2 - (4*-0{,}4*-540{,}3)}}{2*-0{,}4}$$

$$x_1 = 42{,}31\ cm$$

$$x_2 = 30{,}19\ cm$$



Resolução

2. Determinação da altura da linha neutra

$$x_1 = 42{,}31\ cm$$

$$x_2 = 30{,}19\ cm$$

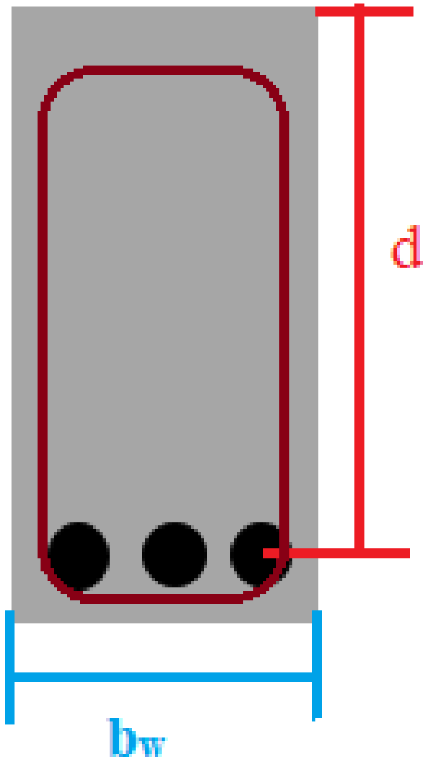
$$x_{duc} = 0{,}45 * d$$

$$x_{duc} = 0{,}45 * 29$$

$$x_{duc} = 13{,}05\ \text{cm}$$

$$x_{duc} = 13{,}05\ \text{cm} < x_2 = 30{,}19\ cm$$

→ a viga não atende a ductilidade



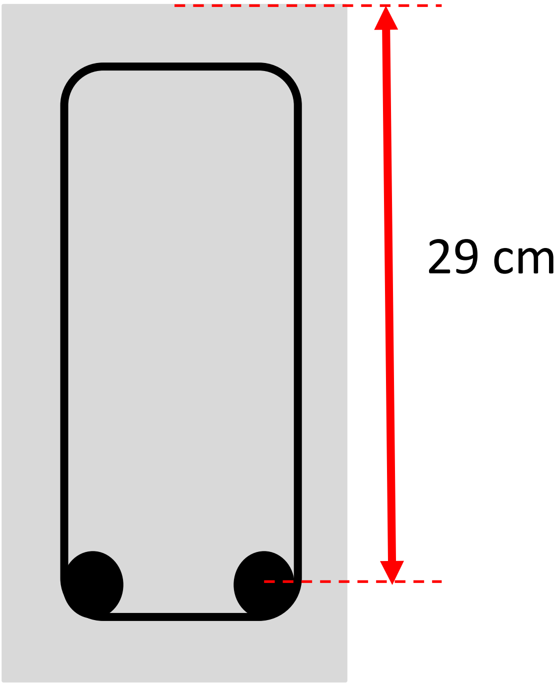
Procedimento

2. Determinar a altura da linha neutra ou a altura útil mínima

$$d_{min} = 2 * \sqrt{\frac{M_{sd}}{f_{cd} * b_w}}$$

$$d_{min} = 2 * \sqrt{\frac{6300}{(\frac{2}{1,4}) * 12}}$$

$$d_{min} = 38,34\ cm$$



Mas a viga só tem d=29 cm, ou seja,

$$d_{min} = 38,34\ cm > d = 29\ cm$$

→**será necessário uma viga de armadura dupla!!!!**

Resolução

3. Momento limite

$$M_{lim} = 0,251 * f_{cd} * b_w * d^2$$

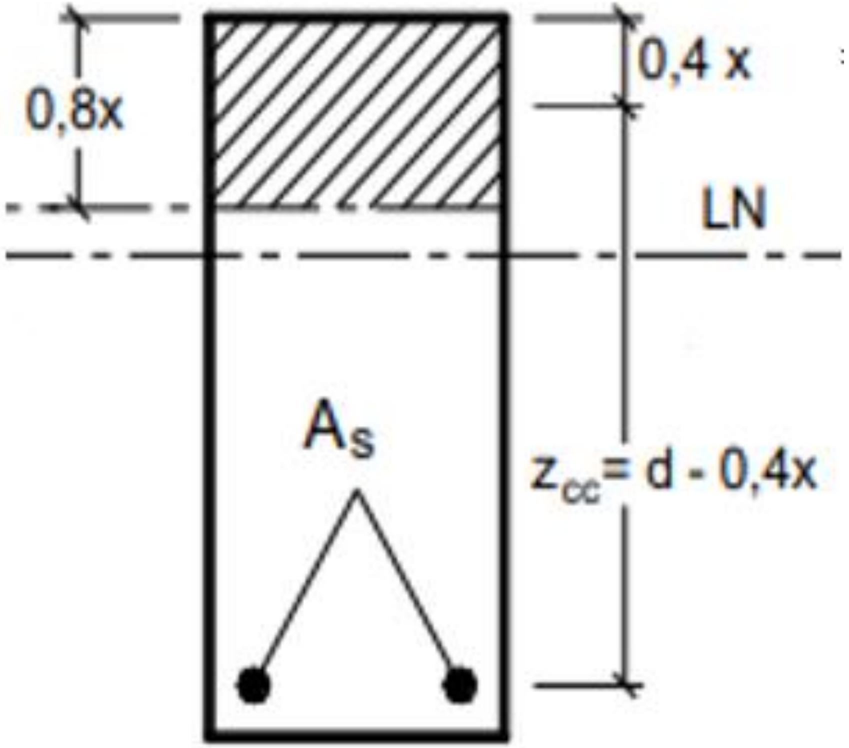
$$M_{lim} = 0,251 * \frac{2}{1,4} * 12 * 29^2$$

$$M_{lim} = 3618,7\ kN.cm$$

Resolução

4. Determinar a área de aço (As)

$$As = \frac{M_{lim}}{(d - 0{,}4 * x) * f_{yd}}$$



$\rightarrow x = x_{duc} = 0{,}45 * d$

$$As = \frac{3618{,}7}{(d - 0{,}4 * 0{,}45 * d) * \frac{f_y}{1{,}15}}$$

$$As = \frac{3618{,}7}{(29 - 0{,}4 * 0{,}45 * 29) * \frac{50}{1{,}15}}$$

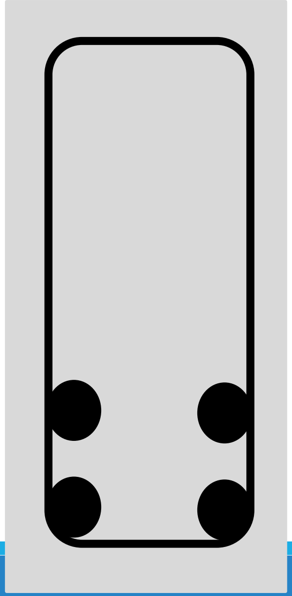
Resolução

4. Determinar a área de aço (As)

$$As = \frac{3618{,}70}{(29-0{,}4*0{,}45*29)*\frac{50}{1{,}15}}$$

$As = 3{,}5\ cm^2$

Adotar 4Φ 12,5 mm



Diâmetro (mm)	Área unitária (A_{uni}) (cm²)	Número de barras
8	0,50	3,49/0,5 = 7
10	0,78	5
12,5	1,23	3
16	2,01	2
20	3,14	2

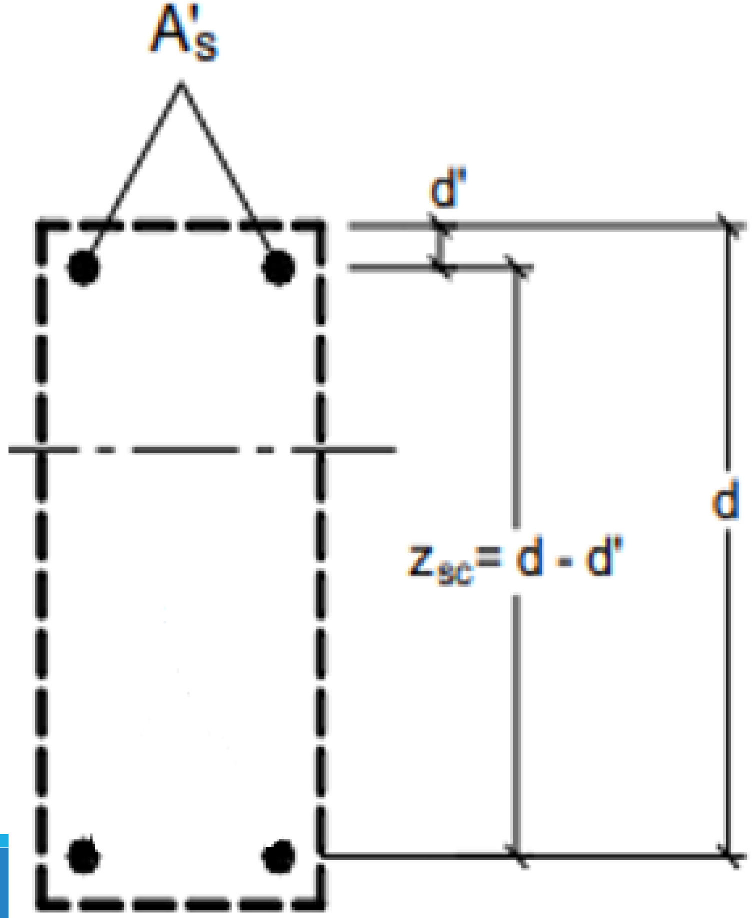
Resolução

5. Determinar o momento absorvido pela armadura de compressão

$$M_2 = M_{sd} - M_{lim}$$

$$M_2 = 6300 - 3618{,}7$$

$$M_2 = 2681{,}3\ kN.cm$$



Resolução

6. Altura útil linha (d')

$$d' = c + \phi_e + \frac{\phi_L}{2}$$

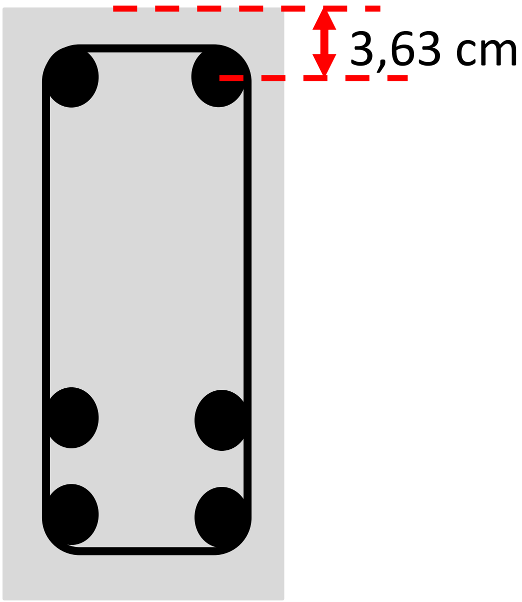
cobrimento → c=2,5 cm

ϕ_e diâmetro do estribo

$\phi_e = 6{,}3\ mm\ ou\ 0{,}63\ cm$

ϕ_L diâmetro da armadura longitudinal comprimida

Adotar $\phi_L = 10\ mm$



$$d' = 2{,}5 + 0{,}63 + \frac{1}{2}$$

$$d' = 3{,}63\ cm$$

Resolução

7. Área de aço da armadura comprimida (A’s)

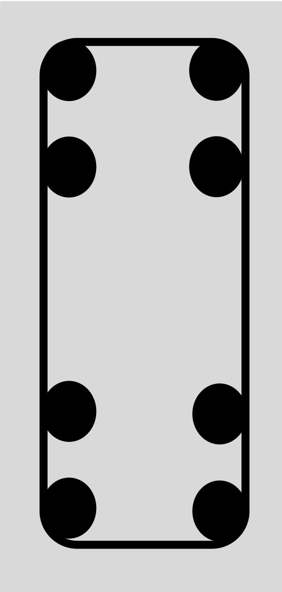
$$A's = \frac{M_2}{(d - d') * f_{yd}}$$

$$As' = \frac{2681{,}3}{(29-3{,}63)*\left(\frac{50}{1{,}15}\right)}$$

$$As' = 2{,}43\ cm^2$$

Adotar 4Φ 10 mm

Ou 2Φ 12,5 mm



Diâmetro (mm)	Área unitária (A_{uni}) (cm²)	Número de barras
8	0,50	2,44/0,5 = 5
10	0,78	4
12,5	1,23	2
16	2,01	2
20	3,14	1