



calculatoratoz.com



unitsconverters.com

Perda devido ao deslizamento de ancoragem, perda por atrito e propriedades geométricas gerais Fórmulas

Calculadoras!

Exemplos!

Conversões!

marca páginas calculatoratoz.com, unitsconverters.com

Maior cobertura de calculadoras e crescente - **30.000+ calculadoras!**
Calcular com uma unidade diferente para cada variável - **Conversão de unidade embutida!**

Coleção mais ampla de medidas e unidades - **250+ medições!**



Sinta-se à vontade para COMPARTILHAR este documento com seus amigos!


[Por favor, deixe seu feedback aqui...](#)



Lista de 28 Perda devido ao deslizamento de ancoragem, perda por atrito e propriedades geométricas gerais Fórmulas

Perda devido ao deslizamento de ancoragem, perda por atrito e propriedades geométricas gerais 

Diagrama de Variação de Força e Perda Devido ao Deslizamento de Ancoragem 

1) Área de Aço de Protensão dado o Comprimento de Assentamento 

$$fx \quad A_p = 0.5 \cdot \Delta f_p \cdot \frac{l_{set}}{\Delta \cdot E_s}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.208\text{mm}^2 = 0.5 \cdot 10\text{MPa} \cdot \frac{41.6\text{m}}{5\text{mm} \cdot 200000\text{MPa}}$$

2) Comprimento de Assentamento dado a Queda de Pressão 

$$fx \quad l_{set} = \frac{\Delta f_p}{2 \cdot \eta \cdot P}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 41.64584\text{m} = \frac{10\text{MPa}}{2 \cdot 6 \cdot 20.01\text{kN}}$$



3) Comprimento de Assentamento dado Força de Protensão Imediatamente Após a Perda

[Abrir Calculadora !\[\]\(dfbd6b3763a6d1d9afaa974f64e2e4b5_img.jpg\)](#)

$$fx \quad l_{set} = \sqrt{\Delta \cdot A_p \cdot \frac{E_s}{P \cdot \eta}}$$

$$ex \quad 0.045632m = \sqrt{5mm \cdot 0.25mm^2 \cdot \frac{200000MPa}{20.01kN \cdot 6}}$$

4) Deslizamento de Ancoragem

[Abrir Calculadora !\[\]\(ec9132f1d27c8919987d92907322654d_img.jpg\)](#)

$$fx \quad \Delta = F \cdot \frac{PL_{Cable}}{A_{Tendon} \cdot E_s}$$

$$ex \quad 0.000477mm = 400kN \cdot \frac{50.1m}{0.21mm^2 \cdot 200000MPa}$$

5) Deslizamento de Ancoragem dado Comprimento de Assentamento

[Abrir Calculadora !\[\]\(758ebdf4629c903da74c2e079717ae32_img.jpg\)](#)

$$fx \quad \Delta = 0.5 \cdot \Delta f_p \cdot \frac{l_{set}}{A_p \cdot E_s}$$

$$ex \quad 4.16mm = 0.5 \cdot 10MPa \cdot \frac{41.6m}{0.25mm^2 \cdot 200000MPa}$$



6) Força de protensão após perda imediata quando o efeito de atrito reverso é considerado

$$fx \quad P = \left(\frac{P_x}{\exp(\eta \cdot x)} \right) + \Delta f_p$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(e2376d476d06eb31946dc01a69a4403a_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 0.01kN = \left(\frac{96kN}{\exp(6 \cdot 10.1mm)} \right) + 10MPa$$

7) Força de protensão na distância x quando o atrito reverso é considerado

$$fx \quad P_x = (P - \Delta f_p) \cdot \exp(\eta \cdot x)$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(0b5e7e25e8775f7e7e80906ada4f0021_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 21.24948kN = (20.01kN - 10MPa) \cdot \exp(6 \cdot 10.1mm)$$

8) Perda de protensão devido a escorregamento

$$fx \quad F = A_{Tendon} \cdot \frac{E_s \cdot \Delta}{PL_{Cable}}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(bd3b31712ad9bab5a241210fa6925cdd_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 4.2E^{-6}kN = 0.21mm^2 \cdot \frac{200000MPa \cdot 5mm}{50.1m}$$

9) Queda de pressão dada o comprimento de ajuste

$$fx \quad \Delta f_p = 2 \cdot P \cdot \eta \cdot l_{set}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(7bc43b319a082987e20f7bf78f4bab80_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 9.988992MPa = 2 \cdot 20.01kN \cdot 6 \cdot 41.6m$$



10) Queda de pressão quando o deslizamento de ancoragem e o comprimento de sedimentação são considerados

$$fx \quad \Delta f_p = \frac{\Delta \cdot A_p \cdot E_s}{l_{set} \cdot 0.5}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 12.01923MPa = \frac{5mm \cdot 0.25mm^2 \cdot 200000MPa}{41.6m \cdot 0.5}$$

Perda por Fricção

11) Ângulo Subtendido dado a Reação Resultante

$$fx \quad \theta = 2 \cdot a \sin\left(\frac{N}{2 \cdot P_x}\right)$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 30.18957^\circ = 2 \cdot a \sin\left(\frac{50kN}{2 \cdot 96kN}\right)$$

12) Coeficiente de atrito dado Px

$$fx \quad \mu_{friction} = \left(\frac{1}{a}\right) \cdot \left(1 - \left(\left(\frac{P_x}{P_{End}}\right) + (k \cdot x)\right)\right)$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 3.704172 = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left(1 - \left(\left(\frac{96kN}{120kN}\right) + (0.007 \cdot 10.1mm)\right)\right)$$



13) Coeficiente de oscilação k dado P_x 

$$fx \quad k = \left(\frac{1}{x} \right) \cdot \left(1 - (\mu_{\text{friction}} \cdot a) - \left(\frac{P_x}{P_{\text{End}}} \right) \right)$$

Abrir Calculadora 


$$ex \quad 0.01957 = \left(\frac{1}{10.1\text{mm}} \right) \cdot \left(1 - (0.067 \cdot 2^\circ) - \left(\frac{96\text{kN}}{120\text{kN}} \right) \right)$$

14) Força de pré-esforço à distância X pela expansão da série Taylor 

$$fx \quad P_x = P_{\text{End}} \cdot (1 - (\mu_{\text{friction}} \cdot a) - (k \cdot x))$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 119.7109\text{kN} = 120\text{kN} \cdot (1 - (0.067 \cdot 2^\circ) - (0.007 \cdot 10.1\text{mm}))$$

15) Força de protensão na distância x da extremidade de alongamento para resultante conhecida 

$$fx \quad P_x = \frac{N}{2 \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 96.59258\text{kN} = \frac{50\text{kN}}{2 \cdot \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right)}$$



16) Força de protensão na extremidade de estresse usando a expansão da série de Taylor

$$fx \quad P_{\text{End}} = \frac{P_x}{(1 - (\mu_{\text{friction}} \cdot a) - (k \cdot x))}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(6605b201d6f14d9b3bcb8ab5f274d107_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 96.23187\text{kN} = \frac{96\text{kN}}{(1 - (0.067 \cdot 2^\circ) - (0.007 \cdot 10.1\text{mm}))}$$

17) Resultante da reação vertical do concreto no tendão

$$fx \quad N = 2 \cdot P_x \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(e8fb589d58dad1692debababa5e928b6_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 49.69326\text{kN} = 2 \cdot 96\text{kN} \cdot \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right)$$

Propriedades Geométricas Gerais

18) Área da seção de concreto quando a área transformada é calculada

$$fx \quad A_T = A_t - (m \cdot A_s)$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(e9474ce1d70442456f8fe9c393ea149c_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 965.14\text{mm}^2 = 4500.14\text{mm}^2 - (175 \cdot 20.2\text{mm}^2)$$



19) Área de Aço de Protensão dada Área Transformada

$$fx \quad A_s = \frac{A_t - A_T}{m}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(c3d993ca47bfe2a953c700506ce31fa0_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 20.0008\text{mm}^2 = \frac{4500.14\text{mm}^2 - 1000\text{mm}^2}{175}$$

20) Área Transformada de Membro Protendido

$$fx \quad A_t = A_T + (m \cdot A_s)$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(17413706fd4997a1a4bdf85c6864eee1_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 4535\text{mm}^2 = 1000\text{mm}^2 + (175 \cdot 20.2\text{mm}^2)$$

21) Área Transformada do Membro Pré-esforçado dada a Área Bruta do Membro

$$fx \quad A_t = A_g + (m - 1) \cdot A_s$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(4b7a79268f6ba26c1471d4232fffa85a_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 4534.8\text{mm}^2 = 1020\text{mm}^2 + (175 - 1) \cdot 20.2\text{mm}^2$$

Perdas devido à fluência e encolhimento

22) Coeficiente de fluência dada a tensão de fluência

$$fx \quad \Phi = \frac{\varepsilon_{cr,ult}}{\varepsilon_{el}}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(56549452e01ca28bdf2500ced9653143_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 1.6 = \frac{0.8}{0.50}$$



23) Deformação elástica dada tensão de fluência

[Abrir Calculadora !\[\]\(99f58673407353e96a019fbca558fd72_img.jpg\)](#)

$$fx \quad \epsilon_{el} = \frac{\epsilon_{cr,ult}}{\Phi}$$

$$ex \quad 0.5 = \frac{0.8}{1.6}$$

24) Perda no pré-esforço devido à tensão de fluência

[Abrir Calculadora !\[\]\(de95854c7ee024cfadc48187bbb781b2_img.jpg\)](#)

$$fx \quad \Delta f_{loss} = E_s \cdot \epsilon_{cr,ult}$$

$$ex \quad 160GPa = 200000MPa \cdot 0.8$$

25) Perda no pré-esforço devido à tensão de retração

[Abrir Calculadora !\[\]\(6a9b39b98eb945faa14c645ec99e4eaa_img.jpg\)](#)

$$fx \quad \Delta f_{loss} = E_s \cdot \epsilon_{sh}$$

$$ex \quad 0.06GPa = 200000MPa \cdot 0.0003$$

26) Tensão de contração para pós-tensionamento

[Abrir Calculadora !\[\]\(f1c5da15572e3e09d343161be98f508d_img.jpg\)](#)

$$fx \quad \epsilon_{sh} = \frac{0.002}{\log_{10}(t + 2)}$$

$$ex \quad 0.000313 = \frac{0.002}{\log_{10}(28d + 2)}$$



27) Ultimate Creep Strain

$$fx \quad \varepsilon_{cr,ult} = \Phi \cdot \varepsilon_{el}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.8 = 1.6 \cdot 0.50$$

28) Ultimate Shrinkage Strain dada a perda no pré-esforço

$$fx \quad \varepsilon_{sh} = \frac{\Delta f_{loss}}{E_s}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.1 = \frac{20GPa}{200000MPa}$$



Variáveis Usadas






- **a** Ângulo Cumulativo (Grau)
- **A_g** Área Bruta da Seção Transversal (Milímetros Quadrados)
- **A_p** Área de Aço em Protensão (Milímetros Quadrados)
- **A_t** Área Transformada do Membro Protendido (Milímetros Quadrados)
- **A_T** Área Transformada de Concreto (Milímetros Quadrados)
- **A_{Tendon}** Área do tendão (Milímetros Quadrados)
- **As** Área de Aço de Protensão (Milímetros Quadrados)
- **E_s** Módulo de elasticidade da armadura de aço (Megapascal)
- **F** Força de Protensão (Kilonewton)
- **k** Coeficiente de oscilação
- **l_{set}** Comprimento de assentamento (Metro)
- **m** Relação Modular
- **N** Resultante vertical (Kilonewton)
- **P** Força de protensão após perdas imediatas (Kilonewton)
- **P_{End}** Fim da Força de Pré-esforço (Kilonewton)
- **P_x** Força de pré-esforço à distância (Kilonewton)
- **PL_{Cable}** Comprimento do cabo (Metro)
- **t** Idade do Concreto (Dia)
- **x** Distância da extremidade esquerda (Milímetro)
- **Δ** Deslizamento de Ancoragem (Milímetro)
- **Δf_{loss}** Perda no pré-esforço (Gigapascal)
- **Δf_p** Queda de pré-esforço (Megapascal)



- $\epsilon_{cr,ult}$ Tensão de fluência final
- ϵ_{el} Tensão Elástica
- ϵ_{sh} Tensão de encolhimento
- η Prazo Simplificado
- θ Ângulo Subtendido em Graus (*Grau*)
- $\mu_{friction}$ Coeficiente de Fricção de Pré-esforço
- Φ Coeficiente de fluência de pré-esforço





Constantes, Funções, Medidas usadas

- **Função: asin**, asin(Number)
Inverse trigonometric sine function
- **Função: exp**, exp(Number)
Exponential function
- **Função: log10**, log10(Number)
Common logarithm function (base 10)
- **Função: sin**, sin(Angle)
Trigonometric sine function
- **Função: sqrt**, sqrt(Number)
Square root function
- **Medição: Comprimento** in Metro (m), Milímetro (mm)
Comprimento Conversão de unidades 
- **Medição: Tempo** in Dia (d)
Tempo Conversão de unidades 
- **Medição: Área** in Milímetros Quadrados (mm²)
Área Conversão de unidades 
- **Medição: Pressão** in Megapascal (MPa), Gigapascal (GPa)
Pressão Conversão de unidades 
- **Medição: Força** in Kilonewton (kN)
Força Conversão de unidades 
- **Medição: Ângulo** in Grau (°)
Ângulo Conversão de unidades 



Verifique outras listas de fórmulas

- [Perda devido ao deslizamento de ancoragem, perda por atrito e propriedades geométricas gerais Fórmulas](#) 
- [Perda devido ao encurtamento elástico Fórmulas](#) 

Sinta-se à vontade para **COMPARTILHAR** este documento com seus amigos!

PDF Disponível em

[English](#) [Spanish](#) [French](#) [German](#) [Russian](#) [Italian](#) [Portuguese](#) [Polish](#) [Dutch](#)

12/28/2023 | 2:30:24 PM UTC

[Por favor, deixe seu feedback aqui...](#)

