

MEMORIAL DE CÁLCULO

ANDAIME SUSPENSO

CÓDIGO: 1177

CONTRATANTE: BALIZA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA

OBRA: RESIDENCIAL CAPRI

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
1.APRESENTAÇÃO	4
1.1 DADOS DO CONTRATANTE	4
1.2 METODOLOGIA	4
1.3 BIBLIOGRAFIA	5
2.CABOS DE AÇO ANDAIME: FIXAÇÃO EM GANCHO (PRANCHA A)	6
2.1 MATERIAL	6
2.2 CARREGAMENTO.....	6
2.3 VERIFICAÇÃO	7
3.ANCORAGEM DO ANDAIME: FIXAÇÃO EM GANCHO (PRANCHA A)	8
4.CABOS DE AÇO ANDAIME - VIGA METÁLICA BI-APOIADA (PRANCHA B – PRANCHA C)	9
4.1 MATERIAL	9
4.2 CARREGAMENTO.....	9
4.3 VERIFICAÇÃO	10
5.ANCORAGEM DO ANDAIME: VIGA METÁLICA BI-APOIADA (PRANCHA B)	11
5.1 MATERIAL	11
5.2 VERIFICAÇÃO	11
6.ANCORAGEM DO ANDAIME: VIGA METÁLICA BI-APOIADA (PRANCHA C).	13
6.1 MATERIAL	13
6.2 VERIFICAÇÃO	13
7.LINHA DE VIDA	15
7.1 FORÇA DE IMPACTO	15
7.2 MATERIAL DA LINHA DE VIDA.....	15
7.3 VERIFICAÇÃO DA LINHA DE VIDA.....	16
7.4 GANCHO DE FIXAÇÃO.....	16
7.4.1 Solicitação	16
7.4.2 Verificação	17

7.5 ALTURAS DE QUEDA DA LINHA DE VIDA.....	17
7.5.1 Altura de Queda	18
7.5.2 Altura de Segurança.....	19
8.ANCORAGEM DO ANDAIME E DA LINHA DE VIDA: FIXAÇÃO EM GANCHO DE IÇAMENTO DA LAJE	20
8.1 ANCORAGEM DO CABOS DE AÇO DO ANDAIME.....	20
8.2 ANCORAGEM DA LINHA DE VIDA.....	21
8.2.1 Solicitação	21
8.2.2 Verificação	21
9.ANCORAGEM DO ANDAIME E DA LINHA DE VIDA: FIXAÇÃO EM OLHAL DE ANCORAGEM FIXADO COM CHUMBADOR QUÍMICO.....	22
9.1 SOLICITAÇÃO	22
9.1.1 Solicitação Cabos de Aço de Sustentação e Block Stop do Andaime Suspenso..	22
9.1.2 Solicitação Cabos de Aço das Linhas de Vida	22
9.1.3 Solicitação Esperas de Ancoragem Definitivas.....	23
9.1.4 Solicitação Utilizada	23
9.1 OLHAL DE ANCORAGEM	24
9.1.1 Carga Aplicada	24
9.1.2 Olhal Utilizado.....	24
9.2 CHUMBADOR QUÍMICO	25
9.2.1 Força de Arranque	25
9.2.2 Chumbador Utilizado	25
9.3 HASTE.....	26
9.3.1 Solicitação	26
9.3.2 Haste Utilizada.....	26
9.3.3 Verificação	27
10. CONCLUSÃO.....	28
11. ANEXO I – CATÁLOGO TÉCNICO HILT-RE 100-HC – PARA INSTALAÇÃO NAS LAJES	29

1. APRESENTAÇÃO

Este documento é referente à o projeto de um sistema de Andaime Suspenso, solicitado pelo contratante a ser empregado em uma obra descrita a seguir.

1.1 DADOS DO CONTRATANTE

A seguir são apresentados os principais dados do contratante.

Razão Social: Baliza Empreendimentos Imobiliários Ltda

CNPJ: 88.175.997/0001-61

Obra: Residencial Capri

Endereço da obra: Rua Picada Capivara, 30, Campina – São Leopoldo / RS

1.2 METODOLOGIA

Os elementos apresentados neste documento foram baseados em métodos e teorias, preconizados por normas vigentes no Brasil e bibliografia específica. Para o desenvolvimento do serviço, foram solicitadas informações ao contratante, que se pressupõe que estejam corretas.

O documento é constituído de UMA (01) via original, acompanhada de anotação de responsabilidade técnica - ART. Qualquer dificuldade, dúvida ou erro de interpretação deste documento, deve ser comunicada o mais breve possível ao contratado, para que o mesmo possa esclarecer ou corrigir o documento.

1.3 BIBLIOGRAFIA

NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Ministério do Trabalho e Emprego.

NR 35 - Trabalho em altura. Ministério do Trabalho e Emprego.

NBR 2408 - Cabos de aço para uso geral - Requisitos mínimos.

NBR 7480 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação.

NBR 11098 - Grampo pesado para cabo de aço.

NBR 11099 - Grampo pesado para cabo de aço - Especificação.

NBR 14626 - Equipamento de proteção individual contra queda de altura — Trava-queda deslizante guiado em linha flexível.

NBR 14629 - Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Absorvedor de energia.

NBR 15834 - Equipamento de proteção individual contra queda de altura - Talabarte de segurança.

2. CABOS DE AÇO ANDAIME: FIXAÇÃO EM GANCHO (PRANCHA A)

2.1 MATERIAL

Será utilizado para a sustentação e para o block stop do andaime o cabo de aço com as características indicadas a baixo conforme a NBR 2408.

Diâmetro do cabo de aço:	7,94 mm (5/16");
Especificação:	6x19 AF (com alma de fibra);
Categoria de resistência:	IPS;
Carga de ruptura mínima:	37,4 kN (\approx 3.740,00 kgf)

2.2 CARREGAMENTO

Para a verificação do sistema será considerado o peso de um andaime de no máximo de 6,0 m de largura.

A força aplicada a cada cabo de aço do andaime, é determinada por:

$$F_{cabo} = \frac{P_{andaime} + P_{trab} + P_{outros}}{N_{cabo}} \Rightarrow F_{cabo} = 315,0 \text{ kgf}$$

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

$P_{andaime}$: Peso do andaime = 390,0 kg.

P_{trab} : Peso relativo a dois trabalhadores = 200,0 kg.

P_{outros} : Peso relativo a outros materiais e ferramentas = 40,0 kg.

N_{cabo} : Número de cabos de aço de sustentação do andaime = 2 unidades.

2.3 VERIFICAÇÃO

O coeficiente de segurança do cabo de aço é determinado por:

$$S = \frac{(T_{rup} \cdot 80\%)}{F_{cabo}} \Rightarrow S = 9,50$$

S : Coeficiente de segurança do cabo de aço.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

T_{rup} : Carga de ruptura do cabo de aço utilizado.

$\Rightarrow S \geq 5 \Rightarrow$ **O REFERIDO CABO DE AÇO ESTÁ SEGURO EM RELAÇÃO A NR 18.**

3. ANCORAGEM DO ANDAIME: FIXAÇÃO EM GANCHO (PRANCHA A)

Para ancoragem serão utilizados as esperas de ancoragem definitivas apresentadas no projeto de código 1178.

Como a carga aplicada pelo cado de aço do andaime é inferior a carga de verificação das esperas de ancoragem, não é necessária a verificação das mesmas.

$$F_{cabo} < F_{NR18} \Rightarrow \Rightarrow 315,0kgf < 1500,0kgf$$

F_{NR18} : Força de ancoragem conforme NR 18.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

4. CABOS DE AÇO ANDAIME - VIGA METÁLICA BI-APOIADA (PRANCHA B – PRANCHA C)

4.1 MATERIAL

Será utilizado para a sustentação e para o block stop do andaime o cabo de aço com as características indicadas a baixo conforme a NBR 2408.

Diâmetro do cabo de aço:	7,94 mm (5/16");
Especificação:	6x19 AF (com alma de fibra);
Categoria de resistência:	IPS;
Carga de ruptura mínima:	37,4 kN (\approx 3.740,00 kgf)

4.2 CARREGAMENTO

Para a verificação do sistema será considerado o peso de um andaime de no máximo de 1,0 m de largura.

A força aplicada a cada cabo de aço do andaime, é determinada por:

$$F_{cabo} = \frac{P_{andaime} + P_{trab} + P_{outros}}{N_{cabo}} \Rightarrow F_{cabo} = 300,0 \text{ kgf}$$

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

$P_{andaime}$: Peso do andaime = 200,0 kg.

P_{trab} : Peso relativo a dois trabalhadores = 200,0 kg.

P_{outros} : Peso relativo a outros materiais e ferramentas = 200,0 kg.

N_{cabo} : Número de cabos de aço de sustentação do andaime = 2 unidades.

4.3 VERIFICAÇÃO

O coeficiente de segurança do cabo de aço é determinado por:

$$S = \frac{(T_{rup} \cdot 80\%)}{F_{cabo}} \Rightarrow S = 9,97$$

S : Coeficiente de segurança do cabo de aço.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

T_{rup} : Carga de ruptura do cabo de aço utilizado.

$\Rightarrow S \geq 5 \Rightarrow$ **O REFERIDO CABO DE AÇO ESTÁ SEGURO EM RELAÇÃO A NR 18.**

5. ANCORAGEM DO ANDAIME: VIGA METÁLICA BI-APOIADA (PRANCHA B)

5.1 MATERIAL

Será utilizado o aço ASTM A36 com tensão de escoamento de 2.550 kgf/cm² e limite de resistência mecânica de 4.080 kgf/cm².

VIGA “I” 4”

Altura:	10,16 cm.
Largura:	6,76 cm.
Peso:	11,46 kg/m.
Módulo de resistência a flexão em relação a altura:	49,70 cm ³ .
Módulo de resistência a flexão em relação a largura:	9,40 cm ³ .
Área da seção:	14,50 cm ² .

5.2 VERIFICAÇÃO

A viga está submetida a esforços de flexão, conforme indicado na Figura abaixo.

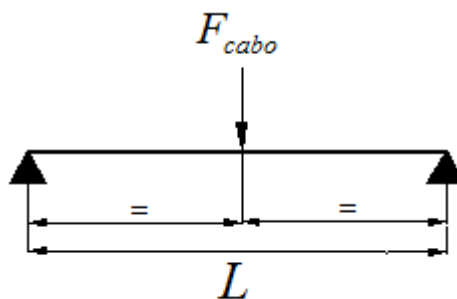


Figura 5.1 – Cargas aplicada a viga metálica.

O momento fletor atuante na viga é determinado por:

$$M = \left(\frac{F_{cabo} \cdot L}{4} \right) + \left(\frac{P_{viga} \cdot L}{8} \right) \Rightarrow M = 11.679,8 \text{ kgf.cm}$$

M : Momento fletor máximo atuante na viga.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime = 300,0 kgf.

P_{viga} : Peso da viga entre apoios.

L : Comprimento entre apoios da viga = 1,5 m.

A tensão de flexão atuante na viga é determinada por:

$$\sigma = \frac{M}{W} \Rightarrow \sigma = 235,0 \text{ kgf/cm}^2$$

σ : Tensão de flexão atuante na viga.

W : Módulo de resistência a flexão em relação a altura da viga metálica.

O coeficiente de segurança da viga metálica é determinado por:

$$S = \frac{\sigma_{e_ASTM-A36}}{\sigma} \Rightarrow S = 10,9$$

S : Coeficiente de segurança da viga metálica.

σ : Tensão de flexão atuante na viga.

$\sigma_{e_ASTM-A36}$: Tensão de escoamento do aço ASTM A36.

$\Rightarrow S \geq 3 \Rightarrow$ **A REFERIDA VIGA METÁLICA ESTÁ SEGURA EM RELAÇÃO A NR 18.**

6. ANCORAGEM DO ANDAIME: VIGA METÁLICA BI-APOIADA (PRANCHA C)

6.1 MATERIAL

Será utilizado o aço ASTM A36 com tensão de escoamento de 2.550 kgf/cm² e limite de resistência mecânica de 4.080 kgf/cm².

VIGA "I" 4"

Altura:	10,16 cm.
Largura:	6,76 cm.
Peso:	11,46 kg/m.
Módulo de resistência a flexão em relação a altura:	49,70 cm ³ .
Módulo de resistência a flexão em relação a largura:	9,40 cm ³ .
Área da seção:	14,50 cm ² .

6.2 VERIFICAÇÃO

A viga está submetida a esforços de flexão, conforme indicado na Figura abaixo.

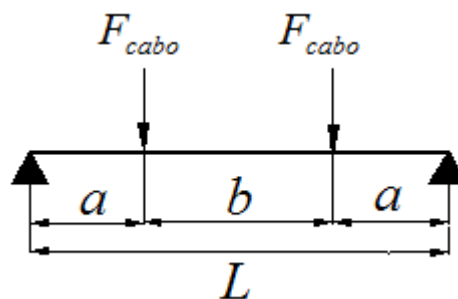


Figura 6.1 – Cargas aplicada a viga metálica.

O momento fletor atuante na viga é determinado por:

$$M = (F_{cabo} \cdot a) + \left(\frac{P_{viga} \cdot L}{8} \right) \Rightarrow M = 7.929,8 \text{ kgf.cm}$$

onde: $a = \frac{L-b}{2}$

M : Momento fletor máximo atuante na viga.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime = 300,0 kgf.

P_{viga} : Peso da viga entre apoios.

L : Comprimento entre apoios da viga = 1,5 m.

a : Comprimento de atuação do momento.

b : Comprimento entre os cabos de aço do andaime = 1,0 m.

A tensão de flexão atuante na viga é determinada por:

$$\sigma = \frac{M}{W} \Rightarrow \sigma = 159,6 \text{ kgf/cm}^2$$

σ : Tensão de flexão atuante na viga.

W : Módulo de resistência a flexão em relação a altura da viga metálica.

O coeficiente de segurança da viga metálica é determinado por:

$$S = \frac{\sigma_{e_ASTM-A36}}{\sigma} \Rightarrow S = 16,0$$

S : Coeficiente de segurança da viga metálica.

σ : Tensão de flexão atuante na viga.

$\sigma_{e_ASTM-A36}$: Tensão de escoamento do aço ASTM A36.

$\Rightarrow S \geq 3 \Rightarrow$ **A REFERIDA VIGA METÁLICA ESTÁ SEGURA EM RELAÇÃO**

A NR 18.

7. LINHA DE VIDA

A linha de vida vertical está solicitada por uma força de tração, sendo que a força máxima ocorre no momento do impacto. Para a verificação do cabo de aço será desprezado o seu peso por ser irrelevante em relação a solicitação do mesmo.

7.1 FORÇA DE IMPACTO

Segundo a NBR 14626 a linha de vida vertical durante o sua solicitação dinâmica deve resistir a um esforço de 6kN, assim este esforço será considerado com força de impacto máxima da linha de vida.

$$F_{imp} = 6kN \cong 600,00kgf$$

F_{imp} : Força de impacto.

7.2 MATERIAL DA LINHA DE VIDA

Será utilizado para a linha de vida vertical o cabo de aço com as características indicadas a baixo, conforme a NBR 2408.

Diâmetro do cabo de aço: 7,94 mm (5/16");

Especificação: 6x19 AF (com alma de fibra);

Categoria de resistência: IPS;

Carga de ruptura mínima: 37,4 kN (\approx 3.740,00 kgf)

7.3 VERIFICAÇÃO DA LINHA DE VIDA

O coeficiente de segurança da linha de vida vertical é determinado por:

$$S = \frac{(T_{rup} \cdot 80\%)}{F_{imp}} \Rightarrow S = 4,99$$

S : Coeficiente de segurança da linha de vida vertical.

F_{imp} : Força de impacto da queda do trabalhador.

T_{rup} : Carga de ruptura do cabo de aço utilizado.

$\Rightarrow S > 2 \Rightarrow$ **A REFERIDA LINHA DE VIDA VERTICAL ESTÁ SEGURA.**

OBSERVAÇÃO: Foi considerada uma redução da carga de ruptura do cabo de aço utilizado de 20% devido ao uso de grampos pesados (clips).

7.4 GANCHO DE FIXAÇÃO

7.4.1 Solicitação

Segundo a NBR 16325-1, dispositivos de ancoragem de tipo A1 devem ter resistência mínima de 12 kN.

$$F_{ancoragem} = 12kN \approx 1.223,7kgf$$

$F_{ancoragem}$: Solicitação de ancoragem.

Observação: Os dispositivos de ancoragem indicados na Norma NBR 16325-1, são para uso exclusivo em sistemas de retenção de queda de pessoas. O sistema pessoal de

retenção de queda, o qual inclui EPI e sistema de ancoragem, deve garantir que não sejam geradas no trabalhador forças maiores do que 6 kN.

7.4.2 Verificação

Para ancoragem serão utilizados as esperas de ancoragem definitivas apresentadas no projeto de código 1178.

Como a solicitação de ancoragem indicada pela NBR 16325-1 é inferior a carga de verificação das esperas de ancoragem, não é necessária a verificação dos mesmos.

$$F_{ancoragem} < F_{NR18} \Rightarrow 1.223,7kgf < 1500,0kgf$$

F_{NR18} : Força de ancoragem conforme NR 18.

$F_{ancoragem}$: Solicitação de ancoragem.

7.5 ALTURAS DE QUEDA DA LINHA DE VIDA

As alturas de queda do trabalhador são determinadas conforme indicado pela ANSI/ASSE Z 359.6. As alturas de queda são discriminadas na figura abaixo.

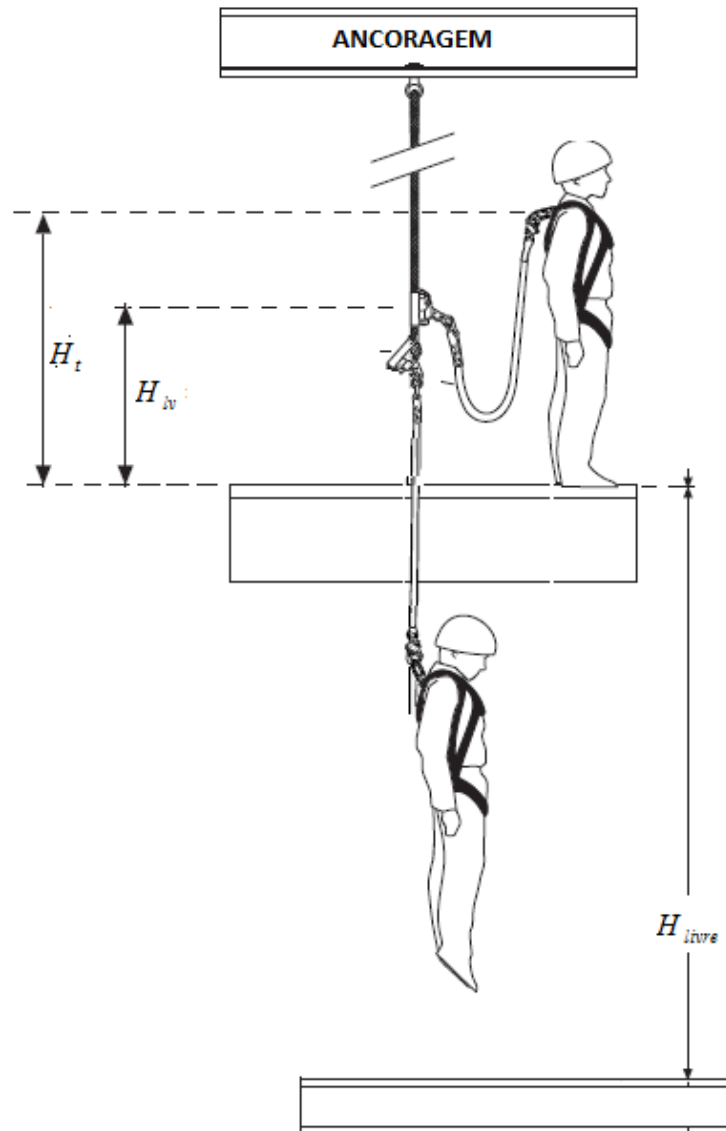


Figura 7.1 - Alturas de queda.

Fonte: adaptado de ANSI/ASSE Z 359.6.

7.5.1 Altura de Queda

A altura de queda livre do trabalhador (na pior condição) é determinada por:

$$H_q = 2 \cdot L_t \Rightarrow H_q = 1,2 \text{ m}$$

H_q : Altura de queda livre do trabalhador.

L_t : Comprimento total do talabarte = 0,30 m.

7.5.2 Altura de Segurança

A altura livre mínima, para se ter segurança no caso de queda do trabalhador, é determinada por:

$$H_{livre} = L_t + H_t + H_{seg} - H_{lv} \Rightarrow H_{livre} = 1,60 \text{ m}$$

onde: $H_{lv} = H_t - L_t$

H_{livre} : Altura livre para a queda.

L_t : Comprimento total do talabarte = 0,30 m.

H_t : Altura do ponto de conexão do talabarte no trabalhador = 1,5 m.

H_{seg} : Altura de segurança na queda do trabalhador = 1,0 m.

H_{lv} : Altura de conexão do talabarte na linha de vida (pior condição).

8. ANCORAGEM DO ANDAIME E DA LINHA DE VIDA: FIXAÇÃO EM GANCHO DE IÇAMENTO DA LAJE

Como opção de ancoragem para os cabos de aço de sustentação e block stop do andaime suspenso assim como dos cabos de aço das linhas de vida, utilizadas no andaime suspenso, poderão ser utilizados os ganchos de içamento das lajes da cobertura.

8.1 ANCORAGEM DO CABOS DE AÇO DO ANDAIME

A solicitação aplicada ao o gancho de içamento utilizado para ancoragem dos cabos de aço do andaime suspenso é definida por:

$$F_{\text{gancho,andaime}} = F_{\text{cabo}} \cdot S_{NR18} \Rightarrow F_{\text{gancho,andaime}} = 945,0\text{kgf}$$

$F_{\text{gancho,andaime}}$: Solicitação aplicada ao gancho de içamento para ancoragem andaime.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

S_{NR18} : Coeficiente de segurança mínimo indicado pela NR18 = 3.

A solicitação aplicada ao gancho de içamento da laje utilizado para ancoragem dos cabos de aço de sustentação e block stop do andaime é de 945 kgf.

A verificação da resistência dos ganchos de ancoragem em relação a solicitação indicada, assim como a verificação das suas condições estruturais e condições de conservação é de responsabilidade do cliente.

8.2 ANCORAGEM DA LINHA DE VIDA

8.2.1 Solicitação

Segundo a NBR 16325-1, dispositivos de ancoragem de tipo A1 devem ter resistência mínima de 12 kN.

$$F_{\text{ancoragem}} = 12\text{kN} \approx 1.223,7\text{kgf}$$

$F_{\text{ancoragem}}$: Solicitação de ancoragem.

Observação: Os dispositivos de ancoragem indicados na Norma NBR 16325-1, são para uso exclusivo em sistemas de retenção de queda de pessoas. O sistema pessoal de retenção de queda, o qual inclui EPI e sistema de ancoragem, deve garantir que não sejam geradas no trabalhador forças maiores do que 6 kN.

8.2.2 Verificação

A solicitação aplicada ao o gancho de içamento utilizado para ancoragem dos cabos de aço das linhas de vida é definida por:

$$F_{\text{gancho,lv}} = F_{\text{ancoragem}} \Rightarrow \Rightarrow F_{\text{gancho,lv}} = 1.223,7\text{kgf}$$

$F_{\text{gancho,lv}}$: Solicitação aplicada ao gancho de içamento para ancoragem da linha de vida.

A solicitação aplicada ao gancho de içamento da laje utilizado para ancoragem dos cabos de aço das linhas de vida é de 1.223,7 kgf.

A verificação da resistência dos ganchos de ancoragem em relação a solicitação indicada, assim como a verificação das suas condições estruturais e condições de conservação é de responsabilidade do cliente.

9. ANCORAGEM DO ANDAIME E DA LINHA DE VIDA: FIXAÇÃO EM OLHAL DE ANCORAGEM FIXADO COM CHUMBADOR QUÍMICO

9.1 SOLICITAÇÃO

Para verificação do sistema de ancoragens, utilizando olhal de ancoragem com haste fixada com chumbador químico, será considerada a maior solicitação em relação as solicitações impostas pelos cabos de aço do andaime suspenso e de suas linhas de vida.

9.1.1 Solicitação Cabos de Aço de Sustentação e Block Stop do Andaime Suspenso

A solicitação aplicada ao sistema de ancoragem pelos cabos de aço do andaime suspenso é definida por:

$$F_{anc.,andaime} = F_{cabo} \cdot S_{NR18} \Rightarrow F_{anc.,andaime} = 945,0kgf$$

$F_{anc.,andaime}$: Solicitação aplicada ao sistema de ancoragem para ancoragem do andaime.

F_{cabo} : Força aplicada a cada cabo de aço do andaime.

S_{NR18} : Coeficiente de segurança mínimo indicado pela NR18 = 3.

9.1.2 Solicitação Cabos de Aço das Linhas de Vida

Segundo a NBR 16325-1, dispositivos de ancoragem de tipo A1 devem ter resistência mínima de 12 kN.

$$F_{ancoragem} = 12kN \approx 1.223,7kgf$$

$F_{ancoragem}$: Solicitação de ancoragem.

Observação: Os dispositivos de ancoragem indicados na Norma NBR 16325-1, são para uso exclusivo em sistemas de retenção de queda de pessoas. O sistema pessoal de retenção de queda, o qual inclui EPI e sistema de ancoragem, deve garantir que não sejam geradas no trabalhador forças maiores do que 6 kN.

A solicitação aplicada ao sistema de ancoragem pelos cabos de aço das linhas de vida é definida por:

$$F_{anc.,lv} = F_{ancoragem} \Rightarrow F_{anc.,lv} = 1.223,7kgf$$

$F_{anc.,lv}$: Solicitação aplicada ao sistema de ancoragem para ancoragem da linha de vida.

9.1.3 Solicitação Esperas de Ancoragem Definitivas

Como os ganchos de ancoragem permanecerão na edificação como esperas de ancoragem definitivas, para sua verificação será considerada a carga definida pela NR 18, sendo que devem suportar uma carga pontual de 1.500 kgf. A carga definida pela NR 18 é superior a todas as outras solicitações impostas aos ganchos de ancoragem indicadas neste memorial.

$$F_{NR18} = 1.500,00kgf$$

F_{NR18} : Força de ancoragem conforme NR 18.

9.1.4 Solicitação Utilizada

Para verificação dos sistemas de ancoragem será considerada a solicitação indicada pela NR 18.

$$F_{anc.} = F_{NR18} \Rightarrow F_{anc.} = 1.500,00kgf$$

$F_{anc.}$: Solicitação aplicada ao sistema de ancoragem.

9.1 OLHAL DE ANCORAGEM

9.1.1 Carga Aplicada

A força atuante no olhal utilizado é determinada por:

$$F_{olhal} = F_{anc.} \Rightarrow F_{olhal} = 1.500,00kgf$$

F_{olhal} : Força atuante no olhal.

$F_{anc.}$: Solicitação aplicada ao sistema de ancoragem.

9.1.2 Olhal Utilizado

Será utilizado o olhal com as seguintes características:

Especificação: Olhal com rosca de AÇO INOX.

Diâmetro: Ø12 mm.

Rosca: M12.

Carga de Trabalho Mínima: 1.500,00 kgf.

9.2 CHUMBADOR QUÍMICO

9.2.1 Força de Arranque

A força de tração atuante no chumbador utilizado para a fixação do olhal é determinada por:

$$F_{chumb} = F_{anc.} \Rightarrow F_{chumb} = 1.500,00kgf$$

F_{chumb} : Força de tração atuante no chumbador.

$F_{anc.}$: Solicitação aplicada ao sistema de ancoragem.

9.2.2 Chumbador Utilizado

Será utilizado o chumbador com as características discriminadas abaixo:

Tipo:	Químico.
Fabricante:	HILTI
Produto:	HIT-RE 100-HC
Embutimento:	7,0 cm
Diâmetro do furo:	Ø 14 mm.
Espessura mínima do material base:	10 cm

OBSERVAÇÃO 01: O catalogo técnico do chumbador é apresentado no ANEXO I

OBSERVAÇÃO 02: Para a instalação das hastes com chumbador químico nas lajes, foi considerado um embutimento reduzido do chumbador químico na estrutura. O embutimento foi determinado pelo fabricante do produto levando em consideração algumas condições especiais de posicionamento das esperas de ancoragem e a classe de resistência do concreto do local de instalação.

Para a seleção do chumbado químico foi considerado a classe de resistência mínima do concreto, f_{ck} mínimo de 25 MPa

ESTÁ CONDIÇÃO ESPECIAL DE INSTALAÇÃO NÃO PODE SER REPLICADA PARA OS DEMAIS LOCAIS DE INSTALAÇÃO.

9.3 HASTE

9.3.1 Solicitação

A haste será solicitada pela mesma solicitação empregada ao chumbado químico:

$$F_{chumb} = 1.500,00kgf$$

F_{chumb} : Força de tração atuante no chumbador.

9.3.2 Haste Utilizada

Será utilizada uma barra rosca com as seguintes características:

Diâmetro: $\varnothing 1/2''$

Rosca: $1/2'' \times 13fpp$

Material: Aço Inox AISI 304, com tensão de escoamento de $2.400kgf/cm^2$ e limite de resistência mecânica de $5.800kgf/cm^2$.

9.3.3 Verificação

A tensão de tração atuante na haste é determinada por:

$$\sigma_T \frac{4 \cdot F_{chumb}}{\pi \cdot d^2 \cdot 0,75} \Rightarrow \sigma_T = 1.578,8 \text{ kgf/cm}^2$$

σ_T : Tensão de tração atuante na haste.

F_{chumb} : Força de tração atuante no chumbador.

d : Diâmetro da barra roscada.

$$\Rightarrow \sigma_T < \sigma_e \Rightarrow 1.578,8 \text{ kgf/cm}^2 < 2.400,0 \text{ kgf/cm}^2 \quad \mathbf{A \quad REFERIDA \quad BARRA}$$

ROSCADA ESTÁ SEGURA.

σ_e : Tensão de escoamento do aço AISI 304.

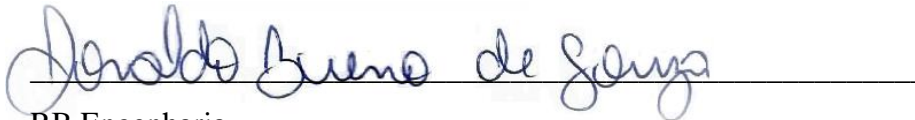
10. CONCLUSÃO

Conforme demonstrado neste documento, o Projeto de Andaime Suspenso apresenta do ponto de vista do dimensionamento de seus componentes, plenas condições de operação e uso com segurança.

Tabela 10.1 – Lista de revisões.

Revisão	Descrição	Data
00	Emissão inicial.	10/08/2022
01	Indicado a ancoragem em ganchos de içamento e olhal de ancoragem com chumbador químico.	07/02/2024

Esteio, 07 e fevereiro de 2024.



RB Engenharia
Ronaldo Bueno de Souza
Engº. Mecânico
CREA/RS 185259

11. ANEXO I – CATÁLOGO TÉCNICO HILT-RE 100-HC – PARA INSTALAÇÃO NAS LAJES




Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

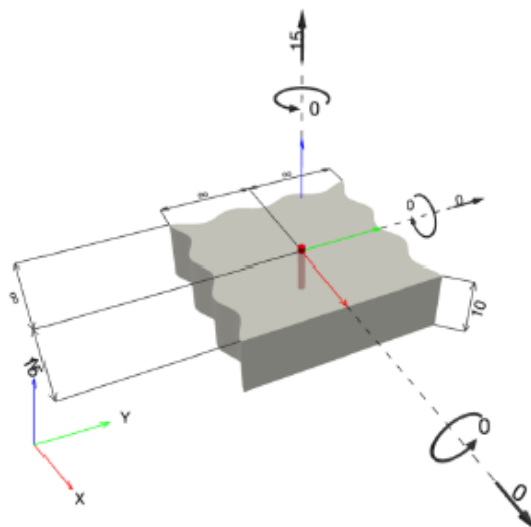
Empresa:	Ronaldo	Página:	1
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

Comentários do projetista:

1 Dados introduzidos

Tipo e diâmetro da ancoragem:	HIT-RE 100-HC + HAS-U 5.8 M12	
Período de retorno (vida útil em anos):	50	
Número do item:	2223821 HAS-U 5.8 M12x110 (elemento) / 2222545 HIT-RE 100-HC (resina química)	
Profundidade efetiva de embutimento:	$h_{ef,opt} = 7,00$ cm ($h_{ef,min} = 7,00$ cm)	
Material:	5.8	
Homologação N.º:	ETA-19/0148	
Publicados Válidos:	13/12/2019 -	
Verificação:	Método de Cálculo ETAG BOND; EOTA TR 029	
Instalação com afastamento da chapa:		
Perfil:		
Material base:	não fissurado concreto, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00$ N/mm ² ; h = 10,00 cm, Temp. curto/longo: 40/24 °C	
Instalação:	Furo com martelete, Condições de instalação: Seco	
Armadura:	Sem armadura ou com armadura com espaçamento ≥ 150 mm (qualquer \varnothing) ou ≥ 100 mm ($\varnothing \leq 10$ mm) sem armadura de borda longitudinal Armadura para controlar a fissuração (splitting) de acordo com EOTA TR 029, 5.2.2.6 presente.	

Geometria [cm] & Carregamentos [kN, kNm]



A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	2
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

1.1 Combinação de cargas

Caso	Descrição	Forças [kN] / Momentos [kNm]	Sísmico	FogoMáx. Utiliz.	Ancoragem [%]
1	Combinação 1	N = 15,000; V _x = 0,000; V _y = 0,000; M _x = 0,000; M _y = 0,000; M _z = 0,000;	não	não	98

2 Combinação de Carga/Forças resultantes na ancoragem

Reações nas ancoragens [kN]

Força de tração: (+Tração, -Compressão)

Ancoragem	Força de tração	Carga de corte	Corte em x	Corte em y
1	15,000	0,000	0,000	0,000

Deformação máxima à compressão do concreto: - [%]

Resistência máxima à compressão do concreto: - [N/mm²]

tração resultante em (x/y)=(0,00/0,00): 0,000 [kN]

compressão resultante em (x/y)=(0,00/0,00): 0,000 [kN]



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	3
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

3 Carga de tração (EOTA TR 029, Seção 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidade [kN]	Utilização β_N [%]	Estado
Resistência do Aço*	15,000	28,100	54	OK
Ruptura combinada por arranque - cone de concreto**	15,000	18,850	80	OK
Ruptura por cone de concreto**	15,000	15,428	98	OK
Ruptura por fissuração (splitting)**	15,000	15,428	98	OK

* ancoragem mais solicitada **grupo de ancoragens (sob tração)

3.1 Resistência do Aço

$$N_{Sd} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EOTA TR 029, Tabela 5.2.2.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
42,150	1,500	28,100	15,000

A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
 PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	4
Endereço:	xxxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

3.2 Ruptura combinada por arranque - cone de concreto

$$N_{sd} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EOTA TR 029, Tabela 5.2.2.1}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \cdot \psi_{re,Np} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2a)}$$

$$A_{p,N}^0 = s_{cr,Np} \cdot s_{cr,Np} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2b)}$$

$$s_{cr,Np} = 20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,usf}}{7,5} \right)^{0,5} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2c)}$$

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2d)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2e)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2f)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck,cube}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2g)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2h)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2h)}$$

$$\psi_{re,Np} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.2i)}$$

$A_{p,N}$ [cm ²]	$A_{p,N}^0$ [cm ²]	$\tau_{Rk,usf}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [cm]	$c_{cr,Np}$ [cm]	c_{min} [cm]
441,00	441,00	15,00	21,00	10,50	15,00
ψ_c	$\tau_{Rk,usf}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	15,00	3,200	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [cm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [cm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0,00	1,000	0,00	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{sd} [kN]	
39,584	39,584	2,100	18,850	15,000	

D do grupo de ancoragens

1

A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	10
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone / Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

8 Observações; Seus Deveres de Cooperação

- Todas as informações e todos os dados contidos no Programa só dizem respeito à utilização dos produtos da Hilti e baseiam-se em princípios, fórmulas e regulamentações de segurança em conformidade com avisos técnicos da Hilti e instruções de funcionamento, montagem, ligação, etc., que o utilizador deve seguir à risca. Todos os números aí apresentados são médias; em consequência, testes de utilização específicos devem ser conduzidos antes da utilização do produto da Hilti aplicável. Os resultados dos cálculos executados por intermédio do Programa assentam essencialmente nos dados que aí inseriu. Em consequência, é o único responsável pela ausência de erros, exaustividade e pertinência dos dados inseridos ao seu cuidado. Além disso, é o único responsável pela verificação dos resultados do cálculo e da sua validação por um perito, particularmente no que diz respeito ao cumprimento de normas e permissões aplicáveis antes da sua utilização para o seu sítio em particular. O programa só serve para ajudar a interpretar as normas e as permissões sem nenhuma garantia respeitante à ausência de erros, à exatidão e à pertinência dos resultados ou a sua adaptação a uma aplicação específica.
- Deverá tomar todas as medidas necessárias e razoáveis para impedir ou limitar os danos causados pelo Programa. Mais particularmente, deverá adoptar disposições próprias para efetuar regularmente cópias de segurança dos programas e dos dados e, se aplicável, executar as atualizações regularmente fornecidas pela Hilti. A Hilti não assumirá qualquer responsabilidade por nenhuma consequência, como por exemplo, a necessidade de recuperar requisitos ou programas perdidos ou danificados, que derivem de uma falta culpável da sua parte quanto às suas obrigações.

A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	9
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

7 Detalhes da instalação

Chapa de fixação, aço: -

Perfil: -

Diâmetro do furo na chapa: -

Espessura da chapa (introduzir): -

Sistema de perfuração: Furo com martetele

Limpeza: É necessária a limpeza manual do furo de acordo com as instruções de instalação.

Tipo e diâmetro da ancoragem: HIT-RE 100-HC + HAS-U 5.8 M12

Número do item: 2223821 HAS-U 5.8 M12x110 (elemento) / 2222545 HIT-RE 100-HC (resina química)

Torque máximo de instalação: 40 Nm

Diâmetro do furo no material base: 1,40 cm

Profundidade do furo no material base: 7,00 cm

Espessura mínima do material base: 10,00 cm

Hilti HAS-U barra rosca com HIT-RE 100-HC químico injetável com 7 cm embutimento h_{ef} , M12, Aço galvanizado, Furo com Broca de Vídea instalação conforme ETA-19/0148

7.1 Acessórios recomendados

Perfuração	Limpeza	Configuração
<ul style="list-style-type: none"> Martelo Perfurador Broca de tamanho adequado 	<ul style="list-style-type: none"> Bomba manual de limpeza Escova de aço de diâmetro adequado 	<ul style="list-style-type: none"> Dispensador incluindo porta-cartucho e bico misturador Para instalações profundas é necessário um pistão Torquímetro

Coordenadas das Ancoragens [cm]

Ancoragem	x	y	c_{x1}	c_{x2}	c_{y1}	c_{y2}
1	0,00	0,00	-	15,00	-	-

A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	8
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

6 Avisos

- Os métodos de cálculo do PROFIS Engineering requerem placas de base rígidas conforme as normas (ETAG001/Anexo C, EOTA TR029, etc). Isso significa que a redistribuição de cargas nas ancoragens devido a deformações elásticas da placa de base não são consideradas - a placa de base é assumida como suficientemente enrijecida de modo que não se deforme quando sujeita às cargas de projeto. O PROFIS Engineering calcula a espessura mínima da placa de base usando o FEM até seu limite de tensão baseado nas premissas explicadas acima. A verificação se a premissa de placa de base rígida é válida não é realizada pelo PROFIS Engineering. Os dados de entrada e os resultados devem ser verificados se estão de acordo com as condições existentes e se são coerentes!
- A verificação da transferência de cargas para o material base deve ser efetuada de acordo com EOTA TR 029 Seção 7!
- O cálculo somente é válido se o diâmetro do furo não for superior ao valor dado na Tabela 4.1 da EOTA 001 TR029! Para diâmetros superiores do furo, ver Capítulo 1.1 da EOTA TR029!
- A lista suplementar neste relatório é apenas para informação do usuário. Em qualquer caso, as instruções para utilização disponibilizadas com o produto têm de ser cumpridas para garantir uma correta instalação.
- O furo deve ser limpo de acordo com as instruções de instalação (soprar 4 vezes com uma bomba manual, passar a escova de aço 4 vezes, voltar a soprar 4 vezes com a bomba manual).
- A tensão de aderência característica depende das temperaturas de curto e longo prazo.
- Deve ser prevista armadura longitudinal de reforço ao longo da borda do elemento de concreto!
- As resistências características de aderência dependem do período de retorno (vida útil em anos): 50

A fixação cumpre os critérios da norma!

A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	7
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone / Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

4 Carga de corte (EOTA TR 029, Seção 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidade [kN]	Utilização β_V [%]	Estado
Resistência do aço (sem braço de alavanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Falha do aço (com braço de alavanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Ruptura por efeito alavanca (pryout)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Ruptura da borda de concreto na direção**	N/A	N/A	N/A	N/A

* ancoragem mais solicitada **grupo de ancoragens (relevantes)

5 Deslocamento (ancoragem mais solicitada)

Carregamento a curto prazo:

$$\begin{aligned}
 N_{Sk} &= 11,111 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,12631 \text{ [cm]} \\
 V_{Sk} &= 0,000 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,00000 \text{ [cm]} \\
 & & \delta_{NV} &= 0,12631 \text{ [cm]}
 \end{aligned}$$

Carregamento a longo prazo:

$$\begin{aligned}
 N_{Sk} &= 11,111 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,21052 \text{ [cm]} \\
 V_{Sk} &= 0,000 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,00000 \text{ [cm]} \\
 & & \delta_{NV} &= 0,21052 \text{ [cm]}
 \end{aligned}$$

Comentários: Os deslocamentos à tração são válidos para metade do torque de aperto requerido para o não fissurado concreto! Os deslocamentos ao corte são válidos sem atrito entre o concreto e chapa de fixação! A folga do furo no material base e na chapa não é considerada neste cálculo!

Os deslocamentos aceitáveis para as ancoragens dependem da natureza da estrutura a fixar e devem ser definidos pelo projetista!



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	6
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone / Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

3.4 Ruptura por fissuração (splitting)

$$N_{sd} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{M,sp}} \quad \text{EOTA TR 029, Tabela 5.2.2.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.4)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3a)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{or,sp} \cdot s_{or,sp} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3b)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{or,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3c)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{s1,N}}{s_{or,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3e)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{s2,N}}{s_{or,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3e)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.4a)}$$

$$1 \leq \psi_{h,sp} = \left(\frac{2 \cdot h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.4b)}$$

$A_{c,N}^0$ [cm ²]	$A_{c,N}^0$ [cm ²]	$c_{or,sp}$ [cm]	$s_{or,sp}$ [cm]	$\psi_{h,sp}$		
806,56	806,56	14,20	28,40	1,000		
$e_{s1,N}$ [cm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{s2,N}$ [cm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,00	1,000	0,00	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{sd} [kN]			
32,399	2,100	15,428	15,000			

ID do grupo de ancoragens

1

A introdução de dados e resultados deve ser verificada de modo a corresponder às condições existentes e assegurar a sua plausibilidade!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti é uma marca registrada da Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.0.91

www.hilti.com.br

Empresa:	Ronaldo	Página:	5
Endereço:	xxxxxx	Projetista:	Ronaldo
Telefone Fax:		E-mail:	
Cálculo:	Concreto - 7 de fev de 2024	Data:	07/02/2024
Ponto de fixação:			

3.3 Ruptura por cone de concreto

$$N_{Sd} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EOTA TR 029, Tabela 5.2.2.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{0,N}}{A_{0,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,oube}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3a)}$$

$$A_{0,N}^0 = s_{gr,N} \cdot s_{gr,N} \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3b)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{gr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3c)}$$

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3d)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{ec1,N}}{s_{gr,N}}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3e)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_{ec2,N}}{s_{gr,N}}} \leq 1,00 \quad \text{EOTA TR 029, Eq. (5.3e)}$$

$A_{0,N}$ [cm ²]	$A_{0,N}^0$ [cm ²]	$c_{gr,N}$ [cm]	$s_{gr,N}$ [cm]		
441,00	441,00	10,50	21,00		
$e_{ec1,N}$ [cm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{ec2,N}$ [cm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0,00	1,000	0,00	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
10,100	32,399	2,100	15,428	15,000	

ID do grupo de ancoragens

1