

Título Manual de Projetos da SANEAGO | 07.02 – Ancoragens**Objetivo** Manual de Projetos da SANEAGO**Aplicação** SUESP**DIRETORIA DE EXPANSÃO (DIEXP)
SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS (SUESP)****GRUPO 07 – UNIDADES ESPECIAIS
MÓDULO 07.02 – ANCORAGENS****Sumário**

1 – Apresentação.....	2
2 – Referências Normativas a Consultar.....	2
3 – Definições.....	2
4 – Aspectos Hidráulicos.....	2
4.1 – Forças de Empuxo.....	2
4.2 – Pressões Internas.....	3
4.2.1 – Pressão de Projeto.....	3
4.2.2 – Pressão de Teste.....	3
4.3 – Diâmetro da Tubulação.....	4
5 – Aspectos Estruturais.....	4
5.1 – Condições Gerais de Equilíbrio.....	4
5.2 – Verificações Mínimas de Segurança.....	4
5.2.1 – Deslizamento.....	4
5.2.2 – Tombamento.....	4
5.2.3 – Verificação das tensões na base do bloco.....	5
6 – Blocos de Ancoragem Padrão SANEAGO.....	5
6.1 – Blocos de Ancoragem Padrão para Conexões.....	5
6.2 – Blocos de Ancoragem Padrão para Tubulações em Declividades Acentuadas.....	7
7 – Dispensa de Blocos de Ancoragem.....	10
8 – Conteúdo dos Documentos.....	12
8.1 – Memorial de Cálculo.....	12
8.2 – Especificações Técnicas.....	13
8.3 – Desenhos.....	13
9 – Referências Bibliográficas.....	13
10 – Considerações Finais.....	14
11 – Controle de Revisões.....	14

1 – APRESENTAÇÃO

Este Módulo, denominado Acoragens, aponta, em termos gerais, os estudos que devem ser realizados, os parâmetros mínimos a serem atendidos, as normas a serem consultadas e o conteúdo indispensável contido nos documentos entregues para o projeto das ancoragens de tubulações no âmbito da SANEAGO. Ressalta-se que os estudos, projetos e documentos produzidos não se limitam ao que aqui é apresentado, podendo ser complementados conforme necessário.

2 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS A CONSULTAR

As principais referências para os serviços instruídos por este documento estão relacionadas a seguir. Salienta-se que a relação apresentada não exclui a necessidade de consulta e atendimento de outros documentos normativos relacionados e legislação pertinentes.

- ABNT NBR 9650: Verificação da estanqueidade hidrostática no assentamento de tubulações pressurizadas;
- ABNT NBR 12215-1: Projeto de adutora de água – Parte 1: Conduto forçado;
- ABNT NBR 13211: Dimensionamento de ancoragens para tubulação – Procedimento;
- Demais módulos do Manual de Projetos da SANEAGO;
- LASMAR, Ibrahim. Ancoragem de tubulações com junta elástica. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

Outras normativas e bibliografias consolidadas podem ser utilizadas desde que submetidas e autorizadas pelo setor de projetos da SANEAGO.

3 – DEFINIÇÕES

As Definições utilizadas neste documento encontram-se no Módulo 100.01 – Apêndices – Glossário, com destaque para:

1. Ancoragem – estruturas que recebem e absorvem os esforços provenientes das tubulações e seus acessórios.
2. Pressão de Serviço – pressão que ocorre ao longo da tubulação, em suas condições normais de operação, dadas em cada ponto pela diferença de cotas entre a cota piezométrica (CP) e a cota da geratriz inferior do tubo (GI);
3. Pressão de Projeto – pressão admitida para o dimensionamento das ancoragens das tubulações, dada pela diferença entre a cota de pressão máxima (CPM) e a geratriz inferior do tubo (GI);
4. Pressão de Teste – pressão a qual a tubulação ou seu trecho é submetido para verificação da estanqueidade.

As Siglas e Abreviaturas utilizadas neste documento estão definidas no Módulo 100.02 – Apêndices – Siglas e Abreviaturas.

4 – ASPECTOS HIDRÁULICOS

4.1 – Forças de Empuxo

Tubulações que conduzem líquido sob pressão ficam sujeitas a forças desequilibradas nos locais de mudança de direção, mudança de seção transversal ou interrupção do fluxo, como:

- Curvas (verticais ou horizontais);
- Tês;
- Junções
- Reduções;
- Válvulas fechadas;
- Flanges cegos;
- Caps;
- Derivações, entre outros.

Os esforços resultantes do empuxo podem atingir valores elevados e tendem a desencaixar os componentes da tubulação, podendo provocar sérios acidentes. Surge daí a necessidade de prever as respectivas ancoragens, visando o equilíbrio das forças.

4.2 – Pressões Internas

4.2.1 – Pressão de Projeto

Para o dimensionamento das ancoragens definitivas das tubulações deve-se utilizar as pressões de projeto. Nesta situação, as cotas de pressão máxima (CPM) devem ser obtidas de envoltórias de cargas máximas, determinada nos estudos de transientes hidráulicos, inclusive para o cenário de final de plano.

Deve-se verificar a viabilidade de implantação de blocos de ancoragem sob as perspectivas técnica, econômica e executiva, avaliando-se, por exemplo, a razoabilidade do volume de concreto da estrutura; a possibilidade de interferências com outras instalações principalmente em áreas urbanas; a disponibilidade de materiais e equipamentos na região em que estão previstos; ocorrência de terreno com resistência mecânica inadequada, entre outros aspectos.

Diante da inviabilização do uso de blocos de ancoragem, devem ser verificadas soluções alternativas para promover o equilíbrio das forças, tais como o uso de tubulações soldadas (deve-se garantir que os tubos sejam dimensionados para absorver os esforços gerados); o uso de juntas travadas interna ou externa; ou outra solução, avaliando as consequências desta alteração sob os aspectos técnico, econômico e executivo.

4.2.2 – Pressão de Teste

Deve-se ainda verificar as ancoragens dimensionadas para os cenários temporários provocados pelos testes de estanqueidade da tubulação, em que a pressão de teste pode ultrapassar as pressões de projeto, conforme preconizado pela ABNT NBR 9650.

Nos casos em que as pressões de ensaio são muito superiores as pressões de projeto, é possível que haja aumento exagerado do custo das obras de ancoragem. Por se tratar de situação temporária, pode-se adotar alternativas para não elevar substancialmente o custo das ancoragens, como por exemplo o uso de ancoragens provisórias.

4.3 – Diâmetro da Tubulação

Para o cálculo dos empuxos que atuam nas conexões de junta elástica, é preciso considerar que a pressão interna incide sobre uma área calculada pelo diâmetro externo (DE) do tubo, conforme explicado por Lasmar (2003), e, portanto, este parâmetro deve ser utilizado no dimensionamento das ancoragens.

5 – ASPECTOS ESTRUTURAIS

5.1 – Condições Gerais de Equilíbrio

No projeto das ancoragens devem ser consideradas as condições gerais a seguir, conforme recomendado por Lasmar (2003):

- Acesso livre às juntas, para inspeção de vazamentos e eventuais substituição de peças;
- A resistência devida à coesão do solo não deve ser considerada para o equilíbrio do empuxo horizontal, uma vez que é comum restar uma fina camada de solo solto no fundo da cava, o que anula o efeito mencionado;
- Se o bloco de ancoragem for enterrado, deve-se fazer uma verificação adicional de equilíbrio considerando eventual remoção do recobrimento junto ao bloco;
- Os blocos de ancoragem a serem instalados em passagens públicas, áreas urbanizadas ou qualquer outro local onde é provável a realização de escavações para instalação de outros serviços públicos, devem ser projetados para resistir às forças de empuxo exclusivamente pelo atrito sobre o solo que sustenta o bloco. O mesmo princípio deve ser aplicado para tubulações aéreas ou semienterradas;
- Se o solo das fundações estiver sujeito a influência do lençol freático, deve ser considerado o empuxo da água;
- O empuxo de água deve ser considerado em todos os casos em que seja desfavorável ao equilíbrio;
- Nos casos em que o terreno não apresente capacidade mecânica adequada ao assentamento dos blocos, devem ser previstas fundações apropriadas, tais como estacas, que podem ser posicionadas inclusive inclinadas para os casos de empuxo horizontal;
- Para determinação das cargas atuantes sobre o terreno na base do bloco, deve ser considerado o peso do aterro sobre o bloco. No caso de blocos situados em via pública, devem ser considerados também o peso do pavimento e a carga rolante.

5.2 – Verificações Mínimas de Segurança

Após o dimensionamento das ancoragens, devem ser verificadas as condições mínimas de segurança para garantir a estabilidade da estrutura.

5.2.1 – Deslizamento

Para garantir a segurança ao deslizamento, deve-se assegurar que a relação entre as forças resistentes e as forças solicitantes seja maior ou igual a 1,50.

5.2.2 – Tombamento

Para garantir a segurança ao tombamento, deve-se assegurar que a relação entre os momentos resistentes e os momentos solicitantes seja maior ou igual a 1,50.

5.2.3 – Verificação das tensões na base do bloco

Para garantir a segurança relativa às tensões na base do solo, deve-se assegurar que a tensão máxima atuante seja menor que a tensão admissível do solo, bem como assegurar que a tensão mínima atuante seja maior que zero.

6 – BLOCOS DE ANCORAGEM PADRÃO SANEAGO

Para os casos em que se aplica, devem ser especificados os Blocos de Ancoragem Padrão para os estudos e projetos desenvolvidos no âmbito da SANEAGO, disponíveis nos anexos desta IT.

No caso em que não é possível a utilização dos Blocos de Ancoragem Padrão, o Projetista deverá dimensionar a ancoragem de maneira particular de acordo com as normas pertinentes e observando as orientações apresentadas neste Módulo.

6.1 – Blocos de Ancoragem Padrão para Conexões

Existe o estudo de blocos de ancoragem padrão para as seguintes tipos de conexões:

- **Curvas horizontais com ângulos:** 11°15', 22°30', 45°, 90°, cap/tê;
- **Curvas verticais convexas com ângulos:** 11°15', 22°30', 45°, 90°;
- **Curvas verticais côncavas com ângulos:** 11°15', 22°30', 45°.

O dimensionamento dos Blocos de Ancoragem Padrão para Conexões considerou os seguintes critérios:

- Diâmetro nominal (DN) variando de 80 a 800 mm;
- Pressões internas variando de 0,20 a 1,60 MPa;
- Peso específico do concreto: 2400 kgf/m³;
- Parâmetros do solo:
 - Ângulo de atrito: 30°;
 - Peso específico: 1600 kgf/m³;
 - Sem presença de lençol freático;
 - Tensão lateral admissível do solo: 0,50 kgf/cm²;
 - Tensão vertical admissível do solo: 1,00 kgf/cm².

Para consultar as dimensões finais da estrutura de ancoragem, são necessários os seguintes parâmetros: tipo de bloco, diâmetro da conexão, ângulo da conexão e classe de pressão, que compõe a codificação do bloco.

O arranjo da nomenclatura padronizada emprega um código alfanumérico com campos fixos, separados por delimitadores (hifens) para facilitar a legibilidade. O Quadro 1 ilustra o referido arranjo com o significado dos campos, que serão explicados na sequência.

Quadro 1. Codificação dos blocos de ancoragem padrão para conexões.

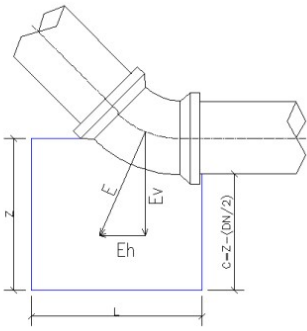
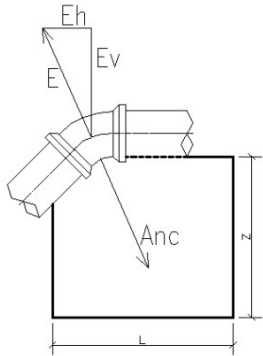
AA-BBB-CC-DDD			
AA	BBB	CC	DDD
Campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4
Tipo de bloco	DN da conexão	Ângulo da curva/Tipo conexão	Classe de pressão

CAMPO 1 – TIPO DE BLOCO

Campo no código: AA-BBB-CC-DDD

O Quadro 2 apresenta o código definido para cada tipo de bloco.

Quadro 2. Código para tipo dos blocos de ancoragem padrão para conexões.

Código	Tipo	Croqui das forças atuantes
BH	Curva Horizontal	-
BV1	Curva Vertical Convexa	
BV2	Curva Vertical Côncava	

CAMPO 2 – DN DA CONEXÃO

Campo no código: AA-BBB-CC-DDD

O Campo “DN DA CONEXÃO” refere-se ao diâmetro nominal da peça, que podem ser:

- 80

- 100
- 150
- 200
- 250
- 300
- 350
- 400
- 450
- 500
- 600
- 700
- 800

CAMPO 3 – ÂNGULO DA CURVA/TIPO CONEXÃO

Campo no código: AA-BBB-**CC**-DDD

O Quadro 3 apresenta o código definido para cada tipo de conexão.

Quadro 3. Código para ângulo da curva/tipo conexão.

Código	Tipo da conexão	Ângulo (°)
11	Curva	11°15'
22	Curva	22°30'
45	Curva	45°
90	Curva	90°
TC	Cap/Tê	-

CAMPO 4 – CLASSE DE PRESSÃO

Campo no código: AA-BBB-CC-**DDD**

O Quadro 4 apresenta o código definido para as faixas de pressão atuantes na tubulação.

Quadro 4. Código para classe de pressão.

Código	Pressão máxima (MPa)
020	0,20
040	0,40
060	0,60
080	0,80
100	1,00
120	1,20
140	1,40
160	1,60

6.2 – Blocos de Ancoragem Padrão para Tubulações em Declividades Acentuadas

Existe o estudo de blocos de ancoragem padrão para as tubulações em declividades superiores a 20%. O dimensionamento dos Blocos de Ancoragem Padrão para Tubulações em Declividades Acentuadas considerou os seguintes critérios:

- Diâmetro nominal (DN) variando de 80 a 800 mm;
- Ângulo do talude variando de 1:4 (25%) a 1:1 (100%);
- Altura de recobrimento da tubulação: 1,00 e 2,00 metros;
- Peso específico do concreto: 2300 kgf/m³;
- Parâmetros do solo:
 - Ângulo de atrito: 30°;
 - Peso específico: 1800 kgf/m³;
 - Peso específico saturado: 2100 kgf/m³;
 - Com e sem presença de lençol freático;
 - Tensão vertical admissível do solo: 1,00 kgf/cm²;
 - Coeficiente de atrito entre o concreto e o terreno: 0,520;
 - Coeficiente de atrito entre o tubo e o terreno: 0,445.

Para consultar as dimensões finais da estrutura de ancoragem, são necessários os seguintes parâmetros: tipo de bloco, recobrimento, diâmetro da tubulação e inclinação do talude, que compõe a codificação do bloco.

O arranjo da nomenclatura padronizada emprega um código alfanumérico com campos fixos, separados por delimitadores (hifens) para facilitar a legibilidade. O Quadro 5 ilustra o referido arranjo com o significado dos campos, que serão explicados na sequência.

Quadro 5. Codificação dos blocos de ancoragem padrão para tubulações em declividades acentuadas.

AAA-B-CCC-DDD			
AAA	B	CCC	DDD
Campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4
Tipo de bloco	Recobrimento	Diâmetro da tubulação	Inclinação do talude

CAMPO 1 – TIPO DE BLOCO

Campo no código: **AAA**-B-CCC-DDD

O Quadro 6 apresenta o código definido para cada tipo de bloco.

Quadro 6. Código para tipo dos blocos de ancoragem padrão para tubulações em declividades acentuadas.

Código	Tipo	Croqui das forças atuantes
BGD	Grande Declividade	

CAMPO 2 – RECOBRIMENTO

Campo no código: AAA-**B**-CCC-DDD

O Quadro 7 apresenta o código definido para o recobrimento da tubulação

Quadro 7. Código para ângulo da curva/tipo conexão.

Código	Recobrimento (m)
1	1,00
22	2,00

CAMPO 3 – DN DA TUBULAÇÃO

Campo no código: AAA-B-**CCC**-DDD

O Campo “DN DA TUBULAÇÃO” refere-se ao diâmetro nominal da peça, que podem ser:

- 80
- 100
- 150
- 200
- 250
- 300
- 350
- 400
- 450

- 500
- 600
- 700
- 800

CAMPO 4 – INCLINAÇÃO DO TALUDE

Campo no código: AAA-B-CCC-**DDD**

O Quadro 8 apresenta o código definido para a inclinação do talude.

Quadro 8. Código para classe de pressão.

Código	Inclinação	Ângulo
140	1:4	14,04°
130	1:3	18,43°
120	1:2	26,57°
115	1:1,5	33,69°
110	1:1	45,00°

7 – DISPENSA DE BLOCOS DE ANCORAGEM

Segundo Lasmar (2003), para pequenos esforços atuantes em curvas horizontais, pode ser dispensado o uso de blocos de ancoragem, considerando que a taxa transmitida ao terreno, por cerca de 50 cm de tubo, seja inferior à resistência admissível horizontal, admitindo o máximo de 0,40 kgf/cm² (caso não tenha havido determinação por ensaio de laboratório).

O Quadro 9 apresenta as pressões internas máximas na tubulação para que possa ser dispensado o uso de blocos de ancoragem, considerando a resistência horizontal do terreno de 0,40 kgf/cm².

Quadro 9. Pressões para as quais pode-se dispensar o uso de blocos de ancoragem em curvas HORIZONTAIS.

DN (mm)	Ângulo da curva/tipo conexão	Pressão máxima para dispensa de bloco de ancoragem (mca)
80	11°15'	132,55
	22°30'	66,60
	45°	33,95
	90°	18,37
	TC	25,98
100	11°15'	110,08
	22°30'	55,31
	45°	28,20
	90°	15,26
	TC	21,58

DN (mm)	Ângulo da curva/tipo conexão	Pressão máxima para dispensa de bloco de ancoragem (mca)
150	11°15'	76,41
	22°30'	38,39
	45°	19,57
	90°	10,59
	TC	14,98
200	11°15'	58,51
	22°30'	29,40
	45°	14,99
	90°	8,11
	TC	11,47
250	11°15'	47,41
	22°30'	23,82
	45°	12,14
	90°	6,57
	TC	9,29
300	11°15'	39,85
	22°30'	20,02
	45°	10,21
	90°	5,52
	TC	7,81
350	11°15'	34,36
	22°30'	17,27
	45°	8,80
	90°	4,76
	TC	6,74
400	11°15'	30,28
	22°30'	15,21
	45°	7,76
	90°	4,20
	TC	5,94
450	11°15'	27,06
	22°30'	13,60
	45°	6,93
	90°	3,75

DN (mm)	Ângulo da curva/tipo conexão	Pressão máxima para dispensa de bloco de ancoragem (mca)
	TC	5,31
500	11°15'	24,42
	22°30'	12,27
	45°	6,25
	90°	3,38
	TC	4,79
600	11°15'	20,46
	22°30'	10,28
	45°	5,24
	90°	2,84
	TC	4,01
700	11°15'	17,60
	22°30'	8,84
	45°	4,51
	90°	2,44
	TC	3,45
800	11°15'	15,43
	22°30'	7,75
	45°	3,95
	90°	2,14
	TC	3,02

8 – CONTEÚDO DOS DOCUMENTOS

Em geral, devem ser apresentados os arquivos listados no módulo **01.02 – Diretrizes Gerais** e nos padrões conforme o módulo **01.03 – Formatação dos Documentos**, que devem conter no mínimo as informações descritas nesta seção.

8.1 – Memorial de Cálculo

Memorial de Cálculo
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo codificação de documentos.
Descrição da locação das conexões e trechos de declividade acentuada para os quais são dimensionadas as ancoragens.
Justificativa para a não utilização dos Blocos de Ancoragem Padrão.
Especificação da pressão de projeto utilizada para o dimensionamento de cada bloco de ancoragem
Dimensionamento do volume de concreto de cada bloco de ancoragem;
Verificações de segurança para cada ancoragem.

8.2 – Especificações Técnicas

Especificações Técnicas
Formatação do documento conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo codificação de documentos.
Apresentação das especificações técnicas gerais de materiais e serviços com informações relativas às abraçadeiras e chumbadores.

8.3 – Desenhos

Desenhos – Plantas
Mapa de Blocos de Ancoragem: - Formatação dos desenhos conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo carimbo e codificação de documentos. - Indicação da escala adotada, de modo que seja adequada para o entendimento. - Nas plantas: - Norte magnético, indicação da origem planimétrica (coordenadas) e altimétricas (Rns). - Malha de coordenadas geográficas (UTM, SIRGAS 2000). - Curvas de nível, de acordo com a escala adotada. - Indicação das seções de corte. - Nos cortes: - Indicação dos principais níveis (terreno, calçada, piso, geratriz da tubulação, água, entre outros.) - Legendas das simbologias e cores adotadas. - Desenhos do Projeto Hidráulico com destaque para a locação dos blocos – tanto para as unidades lineares quanto para unidades localizadas. - Tabela indicando o tipo de bloco utilizado e a respectiva quantidade. Detalhamento dos blocos dimensionados de maneira particular (em que não foi possível especificar um Bloco de Ancoragem Padrão). - Formatação dos desenhos conforme o modelo padrão SANEAGO, incluindo carimbo e codificação de documentos. - Indicação da escala adotada, de modo que seja adequada para o entendimento. - Legendas das simbologias e cores adotadas. - Resumo dos materiais (concreto, aço, formas, abraçadeiras, chumbadores, entre outros).

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 9650: Verificação da estanqueidade hidrostática no assentamento de tubulações pressurizadas;

ABNT NBR 13211: Dimensionamento de ancoragens para tubulação – Procedimento;

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. Manual de Hidráulica – 2015.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento De Água. 2004.

LASMAR, Ibrahim. **Ancoragem de tubulações com junta elástica**. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento integra o Manual de Projetos e é de titularidade exclusiva da SANEAGO para elaboração de projetos

internos e externos. Este Módulo poderá ser alterado, suspenso ou cancelado a critério exclusivo da Superintendência de Estudos e Projetos, sendo qualquer atualização publicada no site da companhia. É de responsabilidade do usuário a utilização da última versão publicada. Sugestões e comentários devem ser enviados ao e-mail manualdeprojetos@saneago.com.br.

11 – CONTROLE DE REVISÕES

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO
00	05/2023	Emissão inicial

APROVAÇÃO

Este documento normativo foi aprovado conforme as diretrizes da Política de Alçadas e Limites da Saneago – PL00.0125.



Documento assinado eletronicamente por BRUNO BARBOSA CAZORLA, SUPERINTENDENTE na SUPERIN. DE ESTUDOS E PROJETOS - SUESP, em 31/05/2023 18:05:15, horário oficial de Brasília, conforme Art. 2º, § 2º, III, “b”, da Lei Estadual nº 17.039/2010 e Art. 4º, II da Lei Federal nº 14.063/2020.