ESTACAS

ÍNDICE

1. **Definição**
2. **Norma**
3. **Objetivo**
4. **Documentos de obra**
5. **Conceitos**
6. **Equipamentos, acessórios e ferramentas**
7. **Equipe de trabalho**
8. **Procedimentos executivos**
9. **Tabelas de dimensionamento estrutural**
10. **Modelo de boletim de execução de estaca-raiz, microestaca e estaca SS Anchor**

1. DEFINIÇÃO

Estacas-Raiz, microestacas e estacas *Soft Soil Anchor* (SS Anchor) são fundações moldadas no local, nas quais se utiliza a injeção sob pressão para se construir o fuste.

1.1 Estaca-Raiz

Imediatamente depois de se executar a perfuração e a instalação da ferragem, é feita a injeção ascendente, enquanto o tubo de revestimento é retirado.

A estaca-raiz é armada com barras de aço e estribos ao longo do seu comprimento.

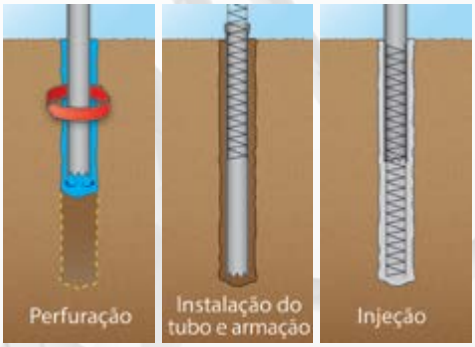


Figura 1- Sequência de Estaca-Raiz.

1.2 Microestaca

Depois de se fazer a perfuração, a instalação do tubo no furo e a injeção da bainha, é iniciada a injeção ponto a ponto e em estágios múltiplos, com obturador duplo através das válvulas-manchete. A microestaca é armada com tubo de aço ao longo de todo o seu comprimento.

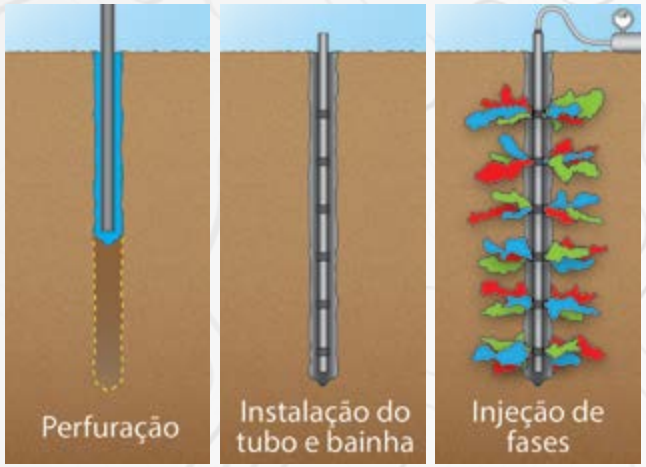


Figura 2- Sequência de Microestaca.

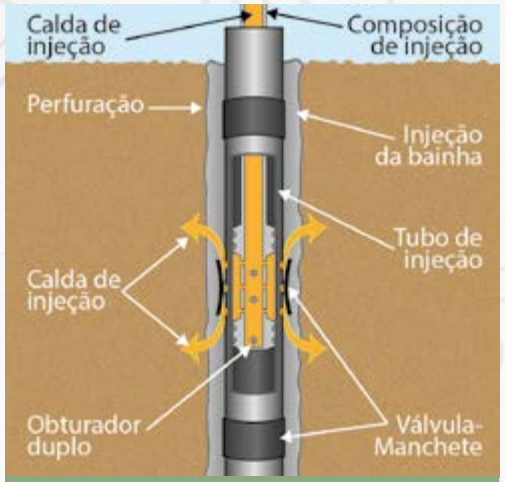


Figura 3 - Detalhe do obturador de injeção para Microestaca.

1.3 Estaca Soft Soil Anchor (Alluvial Anker)

A perfuração é feita com o próprio tubo que dispõe de ponta perfurante, sendo a injeção feita numa única fase, através da própria haste de perfuração. Esta injeção também pode ser feita durante a perfuração, utilizando-se o fluido cimentante como elemento de refrigeração da ferramenta de corte e retirada do material cortado (lama de perfuração).

Ao final da perfuração, a estaca ss anchor (alluvial anker) já com o tubo de aço instalado ao longo do seu comprimento, pode receber um capitel de concreto armado, de placa de aço, ou bloco de concreto armado assentado sobre sua cabeça, garantindo a transferência das cargas para a estaca. No caso dos capiteis, é lançada uma camada de brita e geogrelha entre as estacas.

Estas estacas são ideais para fundações em solos argilosos moles.

2. NORMA

Para microestaca e estaca-raiz existe norma específica da ABNT, "NBR 6122 (Set/2019) – Projeto e Execução de Fundações".

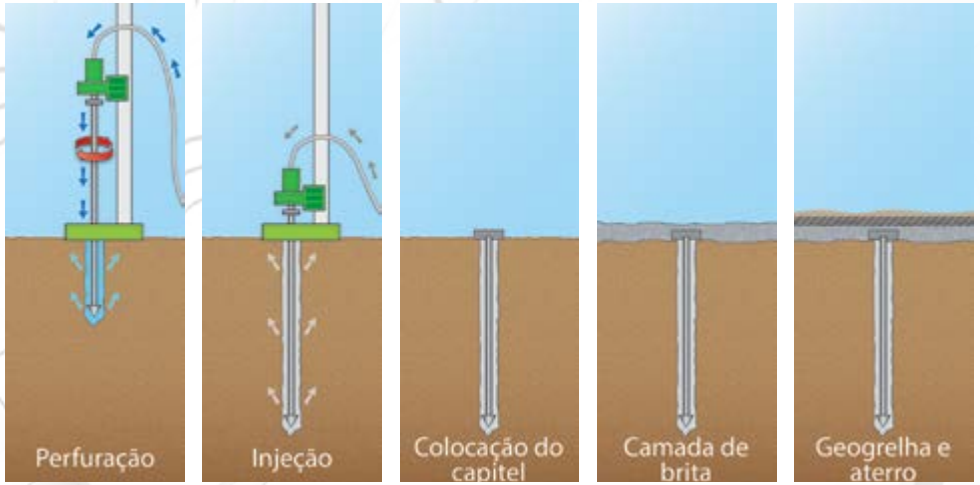


Figura 4- Sequência de Alluvial Anker.

3. OBJETIVO

Este documento:

- Estabelece diretrizes e condicionantes para execução, verificação e avaliação de estacas escavadas de pequeno diâmetro moldadas no local: estaca-raiz, microestaca e estaca alluvial anker (SS Achor).
- Descreve e fixa os equipamentos, ferramentas e acessórios mínimos necessários para a execução dos serviços.
- Especifica equipe mínima, definindo tarefas e responsabilidades de cada um.
- Especifica os materiais a serem utilizados.

4. DOCUMENTOS DE OBRA

Os seguintes documentos devem estar disponíveis na obra:

- Relatório de sondagens do local.
- Planta de locação com cotas de arrasamento, detalhes da armação e carga prevista para a estaca.
- Tabela de estacas com numeração, bloco, diâmetro, comprimento previsto, cota de apoio da ponta e cota de arrasamento.
- Relação dos encargos sob responsabilidade do cliente (exemplo: locação, licença, seguro etc).
- Relação dos materiais a serem fornecidos pelo cliente (exemplo: cimento, areia, armação montada etc).
- Boletim executivo de cada tipo de estaca, conforme mostram as Figuras 15, 16 e 17.

No decorrer da obra, devem ser fornecidos os boletins de controle das estacas ao cliente ou ao consultor de fundações.

5. CONCEITOS

Neste documento são aplicados os seguintes conceitos.

5.1 Estaca em solo

Executada por perfuração rotativa ou rotopercussiva, usando-se tecnologia que mantenha um fuste íntegro, visando atender necessidades estruturais e geotécnicas de uso.

5.2 Estaca em solo e rocha

Em rochas, seja na passagem de matacões ou no embutimento no topo rochoso, a perfuração deve ser feita por dentro do tubo de revestimento, com a consequente redução do diâmetro neste trecho. A Figura 6 mostra um fluxograma com as possibilidades de perfuração para execução de estaca-raiz, microestaca e estaca alluvial anker.

5.3 Diâmetros nominais

Servem como designação para o projeto da fundação, correspondem aos diâmetros externos, em milímetros, dos tubos de revestimento utilizados na perfuração, para estaca-raiz. A Figura 5 indica a correspondência entre os diâmetros nominais e os externos dos tubos de revestimento. No caso da microestaca o diâmetro usual de perfuração varia de 75 a 150 mm. Nas estacas alluvial anker o diâmetro é de 63,5 mm.

5.4 Composição de injeção

Conjunto de tubos de PVC, ou galvanizados, unidos por conexões, utilizados para lavagem interna da composição dos tubos de revestimento e para preenchê-los com argamassa. Para microestaca, usam-se hastes com obturadores duplos para injeção da calda de cimento. Na alluvial anker, a injeção é feita através da própria haste de perfuração.

5.5 Broca de três asas ou tricone

Ferramenta de corte acoplada à composição de hastes de perfuração, normalmente formada por três ou mais faces, com passagem central para água. Pode ter pastilhas de aço ou pedaços de vídea soldadas. Sua função é destruir trechos do solo, realizando um pré-furo para posterior instalação do tubo de revestimento, e também para limpar internamente este tubo.

5.5.1 Ponteira perfurante

Na SS Anchor há uma ponteira de 13 cm, com passagem para água, na extremidade inferior do tubo (que funciona também como ferramenta de perfuração).

5.6 Martelo de fundo tipo DTH

"Down the hole": equipamento de perfuração acionado por ar comprimido. É introduzido no interior do tubo de

Diâmetro nominal	Revestimento SOLO			Martelo (polegadas)	Bits ROCHA	
	polegadas	mm				
(mm)		interno	externo		(mm)	(polegadas)
160	5"	122	141	4"	108	4 1/4"
200	6"	146	168	5"	133	5 1/4"
250	8"	194	220	6"	158	6 1/4"
310	10"	242	273	8"	210	8 1/4"
410	14"	317	355	9 1/8"	300	12"
500	18"	409	457	12"	380	15"

Figura 5 - Correspondência entre diâmetro nominal da estaca-raiz e seu tubo de perfuração.

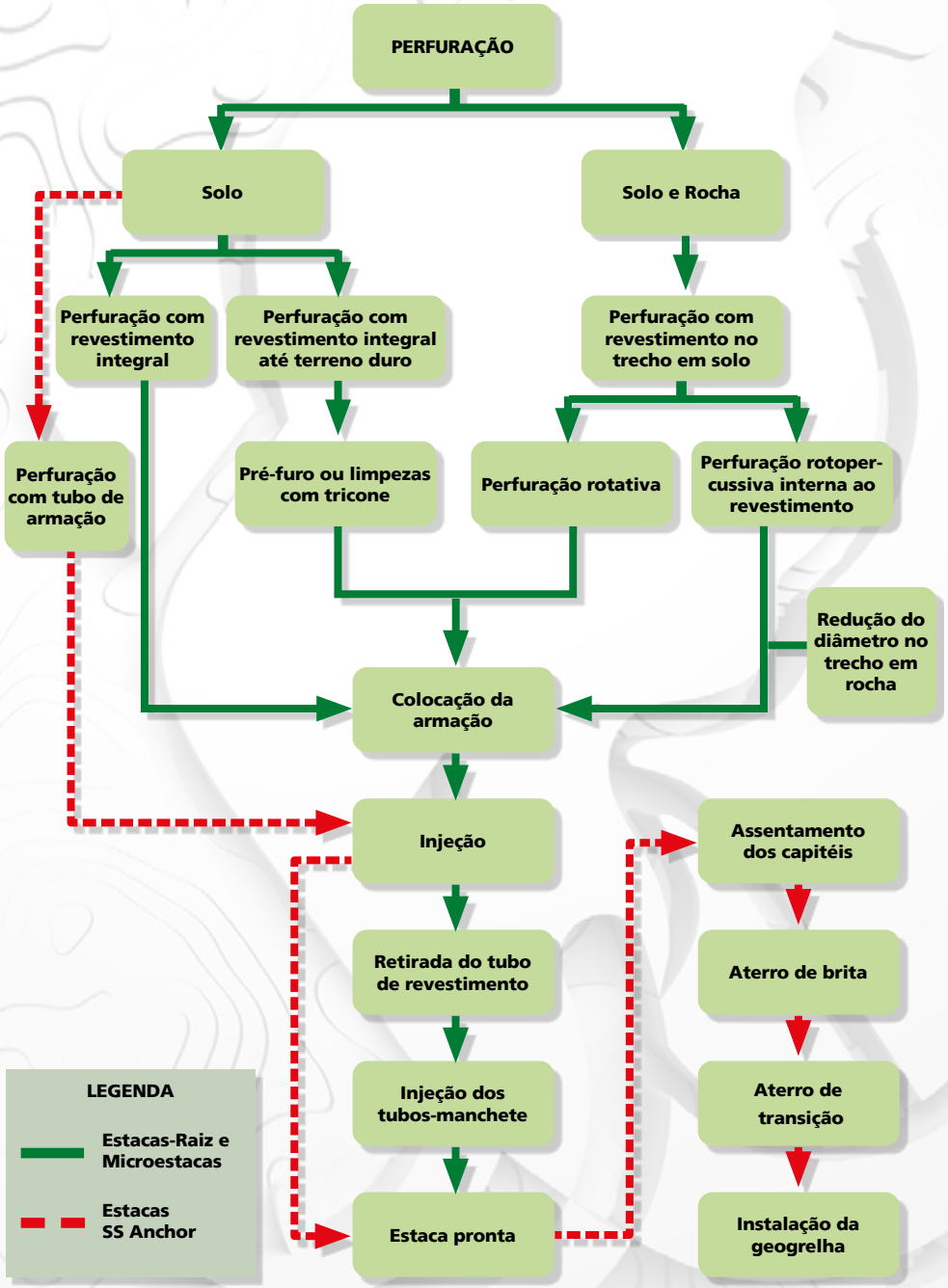


Figura 6 - Fluxograma executivo para Estacas-Raiz, Microestacas e Estacas Alluvial Anker

revestimento, acoplado às hastes de perfuração, até fazer contato com a rocha (sã ou matacão), executando a perfuração por movimentos rotopercussivos. O martelo de fundo tem um bit de perfuração em sua extremidade inferior.

5.7 Martelo de superfície

Equipamento de perfuração acionado por ar comprimido. É acoplado à perfuratriz, imprimindo movimento rotopercussivo às hastes de perfuração (internamente ao tubo de revestimento). Um bit de perfuração é acoplado à extremidade inferior da composição de perfuração.

5.8 Bit de perfuração

Utensílio de corte com tipos específicos e diferenciados, para ser utilizado em martelos de fundo ou em martelos de superfície. Pode ter botões ou pastilhas de vídea, que destroem a rocha pela aplicação simultânea de movimentos percussivos e rotatórios.

5.9 Boletim executivo

Documento no qual são registrados dados de execução da estaca-raiz (Figura 15), da microestaca (Figura 16) ou da estaca alluvial anker (Figura 17).

6. EQUIPAMENTOS, ACESSÓRIOS E FERRAMENTAS

6.1 Generalidades

Para se definir equipamentos e acessórios necessários à execução das estacas, há duas situações dadas em função do tipo de solo:

a) Estacas em solos

b) Estacas em solos e rochas

6.2 Equipamentos e acessórios para estacas em solos

• Equipamentos

a) Perfuratriz rotativa, hidráulica, mecânica ou a ar comprimido, montada sobre estrutura metálica, dotada ou não de esteiras para deslocamento, acionada por motor diesel, elétrico ou ainda por compressor pneumático. Deve estar capacitada para revestir integralmente todo o trecho em solo, utilizando-se do tubo de revestimento. Outro equipamento que execute estas funções pode ser utilizado.

b) Conjunto misturador de argamassa ou de calda de cimento acionado por motor.

c) Bomba de injeção de argamassa ou de calda de cimento acionada por motor.

d) Compressor de ar com capacidade mínima de pressão de 5Kg/cm^2 (0,5 MPa). Caso sejam usadas bombas de injeção que trabalhem com pressões de injeção mínima de 0,3 MPa, não há necessidade do compressor de ar.

e) Bomba d'água acionada por motor capaz de promover a limpeza dos detritos da perfuração do interior do tubo de revestimento.

f) Conjunto extrator dotado de macaco e central de acionamento hidráulico com capacidade para extrair integralmente o tubo de revestimento do furo (opcional).

g) Reservatórios para armazenagem de água, com capacidade para perfuração contínua de, pelo menos, uma estaca.

h) Conjunto de gerador, para eventual indisponibilidade de energia elétrica no local onde são executados os serviços.

• Acessórios

a) Tubo de revestimento: conjunto de tubos de aço constituído por tubos segmentados, com roscas. Devem ser resistentes aos esforços provenientes da sua introdução no terreno pela perfuratriz. Seus comprimentos podem variar. Para a SS Anchor são utilizados tubos tipo SCH 40, e seu comprimento deve ser 50 cm maior que a profundidade do furo designada no projeto.

b) Sapata de perfuração: acessório dotado de pastilhas de vídea colocadas espaçadamente na sua extremidade. Seu diâmetro é ligeiramente maior que o do tubo de revestimento. O espaço entre as pastilhas é utilizado como passagem para água, cuja função é a de resfriar a ferramenta de corte e promover a limpeza do furo. A sapata de revestimento situa-se na extremidade inferior do mesmo.

c) Cabeça de revestimento: dotada de entrada de água e ou de ar na sua parte superior. Tem o mesmo diâmetro do tubo de revestimento utilizado para confeccionar a estaca. A cabeça de revestimento está situada na parte superior do mesmo.

d) Mangote de água: acessório provido de conexão, que liga o tanque de água à bomba d'água.

e) Mangote de injeção: acessório provido de conexão, que liga o misturador à bomba de injeção.

f) Mangueira de água: acessório provido de conexão com comprimento suficiente para ligar a bomba d'água à cabeça d'água, na perfuratriz.

g) Mangueira de injeção: acessório provido de conexão com comprimento suficiente para interligar a bomba de injeção à estaca em execução. Para estaca-raiz, a mangueira é conectada ao tubo de injeção de forma ascendente, depois de finalizada a perfuração e instalada a ferragem.

h) Obturador duplo, hastes metálicas, manômetro e estabilizador de pressão para microestaca.

i) Mangueira de ar-comprimido.

j) Composição de lavagem: conjunto formado por tubos de PVC ou galvanizados, para limpeza e injeção da estaca.

k) Composição de perfuração: no caso de haver necessidade de pré-perfuração do solo para facilitar a introdução do tubo de revestimento (execução de estacas em solos muito duros ou excessivamente plásticos), é preciso também se prever:

• Broca de três asas, tipo tricone, com diâmetro ligeiramente inferior ao do tubo de revestimento utilizado para confeccionar a estaca (diferença máxima de 1/2").

• Haste para perfuração provida de conexões, no comprimento integral da estaca e no diâmetro compatível com a broca tricone utilizada.

l) Ponteira: peça de aço com passagem para água, com 13 cm de extensão, soldada na extremidade inferior do tubo da estaca alluvial anker.

6.3 Equipamentos e acessórios para estacas em solos e rochas

6.3.1 Equipamentos

Devem ser acrescentados àqueles para solos:

a) martelo de superfície e ou martelos de fundo tipo DTH.

b) compressor de ar compatível com a necessidade de operação dos martelos.

6.3.2 Acessórios

São os mesmos usados para solo, incluindo-se, no caso de perfuração por processo rotativo:

a) Sapata ou coroas diamantadas.

b) Barrilete amostrador.

c) Hastes para executar perfuração com barriletes.

No caso de perfuração por processo rotopercussivo, deve-se prever:

a) Bits para perfuração rotopercussiva com martelo de superfície ou martelo de fundo DTH, no diâmetro especificado para a estaca a ser executada.

b) Lubrificador de linha para martelo de fundo.

c) Hastes para perfuração com martelo de superfície ou de fundo.

6.4 Ferramentas

As utilizadas tanto para solos quanto para solos e rochas são as seguintes:

Chaves de grifo, chaves de corrente tipo jacaré, marreta, ponteiro, metro, nível de bolha e fio de prumo.

7. EQUIPE DE TRABALHO

7.1 Encarregado geral de serviços

a) Verifica: condições para entrada e movimentação de equipamentos no canteiro da obra; descarregamento de equipamentos, utensílios e ferramentas; instalação da central de injeção e implantação geral da obra.

b) Verifica programação de execução (sequência executiva) de acordo com características da obra e necessidades do cliente.

c) Coordena o DDS (diálogo diário de segurança) antes do início das atividades de cada dia e instrui em relação à segurança durante a execução dos serviços.

d) Orienta em relação à verificação do número da estaca, sua verticalidade e instalação do equipamento.

e) Orienta em relação aos procedimentos e acompanhamento da perfuração e injeção.

f) Verifica condições de drenagem superficial e retirada do material escavado da obra, de maneira que permita livre trânsito aos equipamentos e pessoal.

g) Obtém, do responsável pela obra, liberação formal da(s) estaca(s) a ser(em) executada(s), no tocante à sua locação e cotas, à medida que os trabalhos são desenvolvidos.

h) Mantém contato em campo com representante do cliente, em relação às solicitações e providências para continuidade normal da obra.

i) Aprova boletim elaborado pelo operador de perfuratriz e pelo injetador.

7.2 Operador de perfuratriz

a) Movimenta o equipamento de acordo com a sequência executiva.

b) Instala o equipamento no furo, observando locação e inclinação.

c) Verifica quantidade e tamanho dos tubos de revestimento colocados, para acompanhar a profundidade perfurada.

d) Detecta mudanças de camadas do solo à medida que a perfuração avança.

e) Detecta eventuais perdas d'água durante a perfuração.

f) Elabora registro dos dados de perfuração para inclusão no boletim.

g) Orienta os auxiliares de perfuração quanto à utilização do ferramental necessário.

7.3 Injetador

a) Prepara argamassa ou calda de acordo com o traço, a fim de atender a resistência especificada.

b) Orienta e verifica a armação em relação à colocação e também ao atendimento às especificações de projeto. No caso de armação em tubos de aço pode haver necessidade de soldagem, se as emendas não tiverem roscas.

c) Bombeia argamassa ou calda para construção do fuste, e calda de cimento para injeção de verificação e adensamento do solo.

d) Orienta os auxiliares em relação à instalação do conjunto extrator e acompanha a retirada dos tubos.

e) Orienta a colocação da cabeça de revestimento para aplicação de pressão de ar ou calda, para estaca-raiz; o deslocamento do obturador duplo, na microestaca; e o deslocamento da haste de perfuração, para alluvial anker.

f) Orienta o posicionamento do obturador em cada válvula, para o caso de microestaca.

g) Elabora o boletim de injeção.

7.4 Auxiliar geral

Auxilia os especialistas nas atividades principais.

8. PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS E VERIFICAÇÕES

8.1 Fluxo de operações

O fluxograma (Figura 6) descreve, a partir do início da escavação, os estágios a serem seguidos conforme as situações de solo ou de solo e rocha, bem como as alternativas dos vários procedimentos para execução dos serviços, desde os iniciais até a estaca pronta.

8.2 Perfuração

8.2.1 Em solo

a) Realize a perfuração do solo usando perfuratriz rotativa ou rotopercussiva, com a descida do tubo de revestimento. Caso haja dificuldade para o avanço do tubo de revestimento, devido à ocorrência de solos muito duros ou de solos plásticos, devem ser empregadas brocas de três asas, do tipo tricone, para a execução de pré-furo ou ainda para limpeza do interior do furo.

b) Desça o tubo com auxílio de circulação de água, de lama ou de ar comprimido injetado no seu interior, até a profundidade prevista em projeto. Nos casos de solos e rochas estáveis, pode-se abdicar da cravação do tubo de revestimento.

c) Meça a profundidade da perfuração, utilizando a composição de tubos de injeção. Introduza-a no interior do tubo de revestimento até atingir a cota de fundo da perfuração.

d) Confronte esta medida com aquela resultante da soma dos comprimentos dos segmentos dos tubos de revestimento empregados. Esta medida deve ser, no mínimo, igual à que foi projetada. Quando houver diferença entre as somas dos segmentos de revestimento introduzidos no solo e a profundidade medida, deve constar, no boletim executivo da estaca correspondente, a justificativa do processo decisório adotado para estes casos.

e) No caso da alluvial anker, como a perfuração é feita com o próprio tubo, observe que parte do tubo (50 cm) deve ficar acima do solo, onde será assentado o capitel.

8.2.2 Em solo e rocha

Devem ser repetidos os procedimentos anteriores, da perfuração em solo, até se atingir o matacão ou o topo rochoso.

a) Use sapata ou coroa diamantada acoplada ao barrilete amostrador, internamente à composição de tubos de revestimento, para retirar o testemunho da rocha (procedimento igual ao da sondagem rotativa).

b) Alternativamente, podem ser usados martelos pneumáticos ou hidráulicos. Estes martelos perfuram por sistema rotopercussivo e trabalham no interior do tubo de revestimento.

8.3 Montagem e colocação da armação

a) Monte a armação da estaca em forma de gaiola, conforme a Figura 7, com os estribos helicoidais. Garanta a cobertura mínima de 20 mm. No caso de microestaca com armação de tubos metálicos, verifique suas roscas ou condição para a solda, obedecendo ao projeto; verifique a posição das válvulas-manchete e sua correta fixação ao tubo.

b) Quando necessário, emende as barras (em conformidade com a NBR 6118) ou os tubos de aço, garantindo sua axialidade por meio de gabaritos auxiliares.

c) Execute a limpeza interna do tubo de revestimento, utilizando para isto a composição de lavagem, que deve ser introduzida até a cota inferior da estaca. A limpeza é considerada concluída quando a água de retorno não apresentar mais traços de material transportável.

d) Desça a armação até a profundidade alcançada durante a perfuração, até ela estar apoiada no fundo do furo.

e) O tubo de perfuração funciona como armação da alluvial anker.

Figura 7- Detalhe da armação para estaca-raiz.

8.4 Injeção

a) Lance argamassa, ou calda de cimento, por meio da composição de injeção, usando bomba injetora e posicionando a extremidade inferior do tubo de injeção no fundo do furo. No caso de microestaca, a calda de injeção também será introduzida com auxílio de bomba injetora, por meio do obturador duplo na extremidade inferior da composição da injeção. Após a cura, injete a calda de cimento pelos tubos com válvulas-manchete, com pressões e volumes definidos em projeto. Na alluvial anker, a injeção é feita através da haste de perfuração.

b) Faça a injeção de baixo para cima, no caso de estaca-raiz. Para microestaca, a injeção inicial deve preencher o espaço anelar entre o furo e o tubo. Isto pode ser obtido com o preenchimento do furo e a posterior introdução do tubo, ou pela injeção através da válvula inferior, após a instalação do tubo no furo. É a chamada injeção da bainha. Na alluvial anker a injeção da bainha é feita em uma só fase.

c) Interrompa a injeção, no caso da estaca-raiz, apenas quando a argamassa emergente sair limpa, sem sinais de contaminação de lama ou detritos na boca do furo. No caso da microestaca, siga o procedimento de projeto, em que se prevê volumes, pressões e fases limites de injeção. É obrigatória a utilização do obturador duplo para injeção localizada em cada válvula-manchete. Na alluvial anker a injeção deve ser interrompida depois do preenchimento do tubo.

8.5 Retirada do revestimento

a) Inicie a extração do revestimento, completando o volume da argamassa por gravidade sempre que houver abatimento da mesma no interior do tubo:

b) Na retirada do revestimento, a armação não pode se deslocar verticalmente para cima.

c) Independentemente da cota de arrasamento da estaca, o tubo deve ser preenchido com argamassa até que se atinja a superfície do terreno.

d) No caso de microestaca, o revestimento deve ser retirado após a colocação do tubo de armação.

e) O revestimento da SS Anchor permanece no furo.

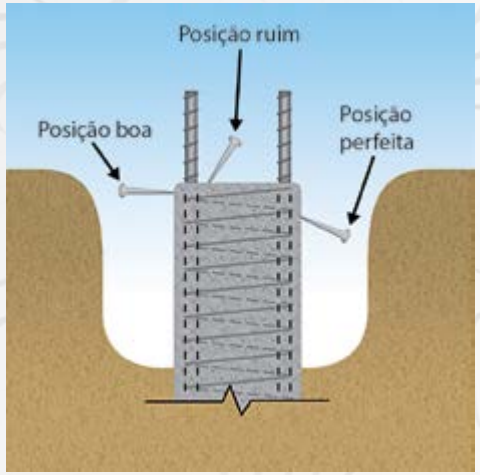
8.6 Preparo da cabeça da estaca

Os procedimentos descritos a seguir devem ser entregues ao construtor/contratante quando do término dos serviços de estaqueamento.

a) Como a injeção na estaca-raiz obriga seu preenchimento até a superfície do terreno, haverá excesso de argamassa, que deve ser demolido, no mínimo, um dia após a execução da estaca. Quando for preciso demolir a cabeça da estaca até a cota inferior à do arrasamento previsto, no caso da argamassa estar enfraquecida, deve ser feito um complemento de concreto estrutural, ou de argamassa, até a cota de arrasamento.

b) Quebre a cabeça da estaca com o emprego de marretas e ponteiras. Porém, isto deve ser executado com pequena inclinação para cima, em relação à horizontal (Figura 8).

c) Mantenha a seção resultante do desmonte do concreto plana e perpendicular ao eixo da estaca. Execute a operação de demolição de modo a não



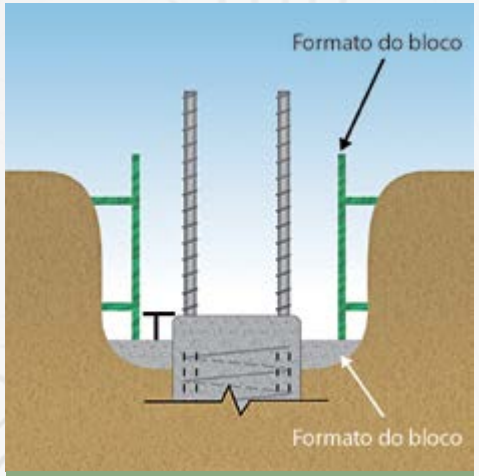


Figura 8- Preparo da cabeça da estaca-raiz.

causar danos à estaca.

d) Embuta o topo da estaca após o arrasamento de, no mínimo, 5 cm dentro do bloco e acima do nível do lastro de concreto, tomando cuidado para que a armação, parte fundamental da resistência, fique ancorada adequadamente ao bloco de coroamento.

e) Para microestaca, siga o detalhe do projeto, que usualmente prevê a soldagem de chapa no topo do tubo ou a cobertura do feixe de barras de aço em seu interior (Figura 9).

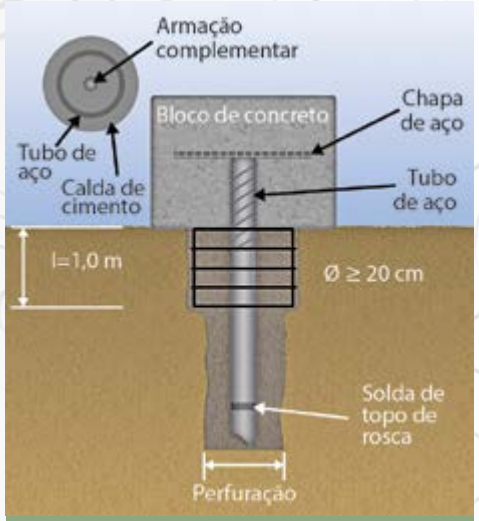


Figura 9- Preparo da cabeça da Micro-estaca.

f) Sobre a cabeça da alluvial anker, assente criteriosamente o capitel (com as dimensões especificadas no projeto), evitando a geração de excentricidade (Figura 10).

Figura 10- Execução de capitel para SS Anchor, no local da obra.

g) Entre os capitéis é executado um aterro compactado com brita, que deve alcançar a altura dos mesmos. Depois, é lançado um aterro de transição e, sobre este, é colocada uma malha de geo-grelha bidirecional com resistência à tração de 75 KN/m e deformação máxima na resistência nominal de 12%, que também influi na distribuição da carga (Figura 11).

Figura 11- Lançamento da camada de brita entre as estacas, já com os capitéis.

9. TABELAS DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

9.1 Estaca-Raiz

Diâmetro da estaca (mm)		160	200	250	310	410	500
Armação de aço CA50A (mm)							
1 φ 16 ou 4 φ 8		150	250	400	600		
1 φ 25 ou 4 φ 12,5		250	300	450	650		
3 φ 16 ou 5 φ 12,5		250	350	500	700	1.100	1.600
4 φ 16		300	400	500	750	1.150	1.650
5 φ 16		350	450	550	750	1.200	1.700
6 φ 16 ou 4 φ 20		400	500	600	800	1.250	1.750
7 φ 16 ou 5 φ 20		450	550	650	850	1.300	1.800
6 φ 20 ou 5 φ 25			600	750	950	1.400	1.900
7 φ 20 ou 6 φ 25				800	1.050	1.500	1.950
8 φ 20							2.000
Estribo	Aço (mm)	5,0	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
	Espaçamento (cm)	20	20	20	20	20	20
	Diâmetro (cm)	8,3	9,9	14,0	19,0	25,0	34

Figura 12 - Dimensionamento estrutural da estaca-raiz.

Tabela extraí da do artigo *Reavaliação do Dimensionamento Estrutural da Estaca-Raiz Face às Exigências do Ensaio MB-3462 da ABNT*, de Urbano Alonso, publicado na revista *Solos & Rochas*, vol.16-D páginas 41 a 44-D, abril de 1993.

CONSUMO DE AREIA E CIMENTO					
Diâmetro	Volume	Consumo			
mm	Litros/metro	Água	cimento	Areia Lavada	Plastificante
	incluso **20%**	Litros/metro	Kg/metro	Litro/metro	Litros/metro
160	24	7	15	22	0,06
200	38	11	23	34	0,09
250	59	17	36	54	0,13
310	91	27	55	82	0,20
410	158	46	96	143	0,34
500	236	68	142	213	0,50

Figura 13 - Consumo provável de materiais.

9.2 Microestaca

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA MICROESTACA TUBULAR							
Carga (kN)	Perfuração do solo (mm)	Tubo (ASTM A106)		Ferragem Complementar (CA50A)		Cimento estimado	
		Tipo	Peso (Kg/m)	Tipo	Peso (Kg/m)	Peso (Kg/m)	Volume A/C = 0,5 (l/m)
100	100	Ø 2 ½"	SCH40 8,63			25	20
200	100	Ø 2 ½"	SCH40 8,63	1Ø 20 mm	2,50	37	30
300	150	Ø 3"	SCH40 11,29	3Ø 16 mm	4,80	50	40
400	150	Ø 3"	SCH40 11,29	2Ø 25 mm	8,00	60	48
500	150	Ø 3"	SCH80 15,27	1Ø 25 mm	4,00	70	56

Tabela extraída do artigo *Contribuição aos Estudos das Microestacas Tubulares Injetadas*, de Guimarães Filho, J.D.; Gomes, N.S.; e Zirlis, A.C., publicado nos anais do *VIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações*, páginas 57 a 69.

Figura 14 - Dimensionamento estrutural da microestaca.

10 MODELOS DE BOLETIM DE EXECUÇÃO

10.1 Estaca-Raiz

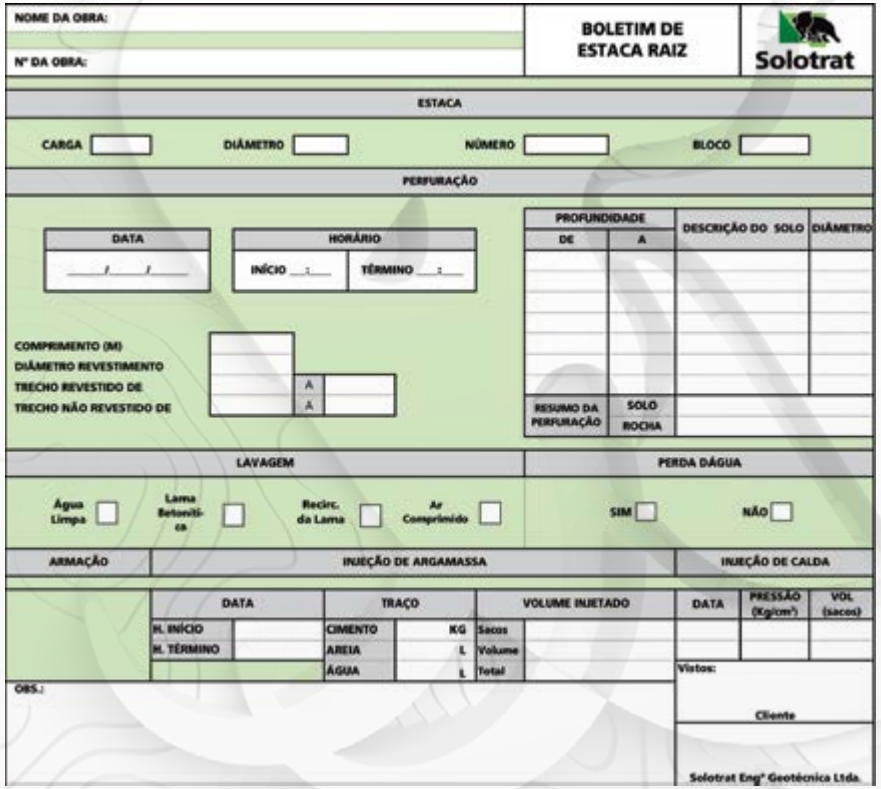

NOME DA OBRA:
Nº DA OBRA:
BOLETIM DE ESTACA RAIZ
Solotrat
ESTACA
CARGA
DIÂMETRO
NÚMERO
BLOCO
PERFURAÇÃO
DATA
HORÁRIO
INÍCIO
TÉRMINO
PROFUNDIDADE
DE
A
DESCRIÇÃO DO SOLO
DIÂMETRO
COMPRIMENTO (M)
DIÂMETRO REVESTIMENTO
TRECHO REVESTIDO DE
TRECHO NÃO REVESTIDO DE
RESUMO DA PERFURAÇÃO
SOLO
ROCHA
LAVAGEM
PERDA DÁGUA
Água Limpa
Lama Bentonítica
Recirc. da Lama
Ar Comprimido
SIM
NÃO
ARMAÇÃO
INJEÇÃO DE ARGAMASSA
INJEÇÃO DE CALDA
DATA
TRAÇO
VOLUME INJETADO
H. INÍCIO
H. TÉRMINO
CIMENTO
AREIA
ÁGUA
KG
L
Sacos
Volume
Total
PRESSÃO (Kg/cm²)
VOL (sacos)
Vistos:
Cliente
OBS.:
Solotrat Engª Geotécnica Ltda.

Figura 15 - Boletim de Estaca-Raiz.

10.2 Microestaca

BOLETIM DE MICROESTACA TUBULAR INJETADA

NOME DA OBRA
Nº DA OBRA

Solotrat

1 DADOS DA ARMAÇÃO

Diâmetro Ext. do Tubo	mm
Diâmetro Int. do Tubo	mm
Compr. sem Válvulas	m
Arma. Complementar	m
Compr. com Válvulas	m
Número de Válvulas	um
Espaç. entre Válvulas	m

Emenda do Tubo: Solda ☐ Rosca ☐

2 DADOS DA PERFURAÇÃO

Material	Compri.	Acumulado	Diâmetro
Solo			
Rocha Alt.			
Rocha Sã			

Perda D'água		Revestimento	
Sim	Não	Sim	Não
( )	( )	( )	( )

Início ___/___/___
Fim ___/___/___

3 DADOS DA INJEÇÃO

BAINHA HI DATA / / FATOR A/C VOLUME L

VÁLVULA NÚMERO	1ª FASE / /			2ª FASE / /			3ª FASE / /			4ª FASE / /			PRESSÃO MÁXIMA DE INJEÇÃO (Kg/cm²)	VOLUME TOTAL
	HI ___ HT		A/C	HI ___ HT		A/C	HI ___ HT		A/C	HI ___ HT		A/C		
	PA	PI	V(sc)	PA	PI	V(sc)	PA	PI	V(sc)	PA	PI	V(sc)		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
TOTAIS														

PA - PRESSÃO DE ABERTURA
PI - PRESSÃO DA INJEÇÃO (Kg/cm²)
HT - HORA DO TÉRMINO (HORA:MIN)
HI - HORA DE INÍCIO (HORA:MIN)
NI - VÁLVULA NÃO INJETADA
NA - VÁLVULA NÃO ABRIU
V - VOLUME DE CALDA (SACOS)

4 OBSERVAÇÕES GERAIS

5 TOTAIS - RESUMO

FASE	VOL	SACOS
BAINHA		
VÁLVULAS		
TOTAL		

6 VISTOS

CLIENTE

SOLOTRAT

Figura 16 - Boletim de Microestaca.

10.3 Estaca SS Anchor

BOLETIM DE ALLUVIAL ANKER

NOME DA OBRA | OBRA Nº

Solotrat

DADOS DA ESTACA

TUBO D=
TRAÇO A/C =

MÊS | ANO

PERFURAÇÃO

DIÂMETRO DO FURO	mm
INCLINAÇÃO	
PROFUNDIDADE	m

DIA	FURO Nº	VOL. DE CALDA INJETADA (Litros)	PORCENTAGEM ADICIONAL DE VOLUME*	CONSUMO POR METRO	DIA	FURO Nº	VOL. DE CALDA INJETADA (Litros)	PORCENTAGEM ADICIONAL DE VOLUME*	CONSUMO POR METRO

*VOLUMES

$$\frac{\text{REAL - TEÓRICO}}{\text{TEÓRICO}} \times 100$$

OBSERVAÇÕES GERAIS

VISTOS

FISCALIZAÇÃO

SOLOTRAT

CLIENTE

Figura 17 - Boletim de estaca SS Anchor.