



1. DEFINIÇÃO

Para os efeitos desta especificação, são adotadas as seguintes definições:

- a) Fundações – parte da obra destinada a transmitir ao solo os esforços provenientes do peso próprio e das cargas atuantes. São executadas em concreto, aço ou madeira e classificadas conforme a profundidade de assentamento em fundações superficiais ou profundas;
- b) Fundações Superficiais – ou fundações diretas, assentes em profundidades, inferiores a 1,50m e maiores duas vezes que a menor dimensão de sua base, exceto as fundações apoiadas diretamente na rocha que podem ter profundidade menor que 1,50m. São os blocos, sapatas e “radiers”;
- c) Fundações Profundas – utilizadas quando os solos resistentes estão a profundidades difíceis de atingir por escavações convencionais. São as fundações em estacas, tubulões e caixões;
- d) Estacas – elementos estruturais longos esbeltos executados mediante cravação sob a ação de repetidas pancadas produzidas através da queda de um peso ou por escavação ou ainda moldados no local;
- e) Tubulões – peças cilíndricas, que podem ser executadas a céu aberto ou sob ar comprimido e ter ou não a base alargada. Podem ser executados com ou sem revestimento, de concreto de aço, sendo que neste caso a camisa pode ser recuperada ou perdida;
- f) Caixão – elemento de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna, usando-se ou não ar comprimido, podendo ter ou não a base alargada.

2. MATERIAL

2.1 CONCRETO

- Deverá satisfazer a especificação PMC-ES 103/99 e apresentar outras qualidades, tais como: permeabilidade, estanqueidade, compatibilidade com a agressividade do meio ambiente, exposição ou confinamento ou presença de água.

2.2 AÇO

- O aço empregado nas armaduras deverá estar de acordo com a especificação PMC-ES 105/99. Também, poderão ser empregadas perfis e chapas de aço na confecção de estacas e tubulões. Qualquer material escolhido deverá sempre atender às indicações do projeto.

2.3 MADEIRA

- A madeira quando considerada material integrante das fundações será sempre a madeira-de-lei, de primeira qualidade, e será protegida contra o ataque de organismos. Usar outro tipo de madeira somente em serviços provisórios, tais como: escoramento de cova e estacas de escoramento.



2.4 PEDRA PARA ALVENARIA

A pedra para a alvenaria empregada nas fundações deverá ser resistente e durável, oriunda de granito ou outra rocha sadia e aceitável.

Poderá ter acabamento grosseiro e forma variada, porém possuir faces razoavelmente planas. Cada bloco de pedra deverá ter no mínimo espessura de 20,0cm, largura de 30,0cm e comprimento de 60,0cm, e ser livre de repressões ou saliências que dificultem assentamento adequado ou provoquem enfraquecimento da alvenaria.

2.5 ARGAMASSA

A argamassa será de cimento e areia e deverá resistir às tensões indicadas no projeto. Para as alvenarias de pedra indica-se o traço em volume de cimento e areia 1:3. Em casos especiais, tais como recebimento de armadura a relação em peso/água cimento não deve exceder 0,5º.

3. EQUIPAMENTOS

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento utilizado dependerão do tipo do serviço a ser executado.

4. EXECUÇÃO E NORMAS

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

- Preliminarmente à execução das fundações, deverá ser previsto alguns serviços complementares, tais como: escavações, escoramentos, drenagem de cavas e rebaixamento do lençol d'água.

4.2 LOCAÇÃO

- A escavação para fundação será feita em conformidade com o alinhamento, cotas e profundidades indicados em projeto. Sempre que necessário, serão feitas sondagens complementares de reconhecimento do subsolo;
- Não será permitido reaterro de qualquer natureza para compensar escavações feitas além do limite da fundação. Caso ocorra a regularização do excesso será realizada em concreto, de resistência compatível com a fundação, após verificar a estabilidade para novas condições. Nas escavações a céu aberto será vedada a escavação além de um metro das faces externas da fundação, a menos que expressa em projeto.
- No nível definido de implantação da fundação, a rocha ou o material firme encontrado deverá ficar isento de todo material solto. Nas fundações em areia e/ou pedregulho, ou moledo, o terreno deve ser cortado segundo uma superfície horizontal, plana e firme. No caso de rocha, este deve ser cortada conforme indicação de projeto, devendo ser todas as fendas limpas e preenchidas com material apropriado.



4.3 ESCORAMENTO DE COVAS DE FUNDAÇÕES (ENSECADEIRAS)

- As ensecadeiras poderão ser de madeira ou metálicas, face a profundidade da escavação, suas dimensões em planta e natureza do solo deverão possuir medidas suficientes para a manipulação das fôrmas e o eventual bombeamento d'água do interior;
- Deverão ser detalhadas previamente, para permitir a retirada do contraventamento durante o processamento da concretagem das fundações. Em caso contrário, os contraventamentos que ficarem incorporados à massa do concreto deverão ser de aço. Depois de completada a estrutura, os contraventamentos expostos serão cortados em pelo menos 5cm para dentro da face externa e as cavidades resultantes serão preenchidas com argamassa de cimento e areia 1:3, em volume.

4.4 BLOCOS, SAPATAS E “RADIERS”

- Os blocos, sapatas e “radiers” deverão ser concretados, sempre que possível, a seco. Quando a concretagem for sob água, seguir os critérios estabelecidos na PMC-ES 103/99 no item 4.3.4;
- De modo geral, os blocos e sapatas deverão ser executados sobre um leito para regularização do terreno, de concreto simples (C.10), com pelo menos 5,0cm de espessura;
- Todos os espaços escavados e não ocupados pela estrutura, (protegida com pintura apropriada), deverão ser preenchidos por solos isentos de materiais orgânicos e o reaterro executado em camadas compactadas com equipamento de pequeno porte ou manualmente, soldadas uniformemente em torno dos elementos estruturais.

4.5 ESTACAS

4.5.1 ESTACAS DE MADEIRA

- É desaconselhável o emprego de estacas de madeira em fundações de obras de arte especiais, ficando as mesmas limitadas às fundações de escoramento e de pontes de serviços;
- Poderão ser empregado nas fundações de obras de arte especiais somente quando indicado no projeto e forem encontradas condições satisfatórias sobre a conveniência de tal medida. Neste caso, em fundações definidas, deverão ter seus topos e cota de arrasamento abaixo do nível d'água permanente, sendo a exigência dispensada em obras provisórias;
- As emendas deverão ser evitadas, bem como a sua cravação em terrenos com matacões.

4.5.2 ESTACAS DE AÇO

- Podem ser constituídas por perfis limitados ou soldados, simples ou múltiplos, tubos de chapas dobradas, tubos sem costura e trilhos;
- As emendas deverão oferecer a maior resistência possível, e neste caso executadas de acordo com os detalhes do projeto executivo. Deverão ser praticamente retilíneas e resistir à corrosão, pela natureza do aço ou por tratamento adequado relacionado com o solo a atravessar. Havendo segmento exposto ou cravado em aterro com materiais capazes de atacar o aço, proteger com um encamisamento de concreto, pintura ou proteção catódica, por exemplo;



- As estacas tubulares de aço, geralmente constituídas de chapas calandradas e soldadas, segundo a geratriz do cilindro, deverão apresentar de preferência extremidade inferior fechada. O concreto utilizado deverá apresentar resistência característica mínima de 12 MPa (120 kgf/cm²), armado ou não, conforme indicado no projeto;
- As estacas metálicas constituídas por trilhos deverão ter seu emprego evitado. A carga admissível deverá ser considerada com uma redução de 25% em relação às estacas de seção equivalente, compostas de perfis metálicos. A seção da estaca de trilhos considerada deverá ser a menor existente ao longo da mesma.

4.5.3 ESTACAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO

- As estacas pré-moldadas, executadas em concreto armado vibrado, concreto armado centrifugado e concreto protendido terão suas formas e dimensões definidas no projeto;
- As de concreto vibrado, poderão ser executadas no próprio canteiro de serviço e sua fabricação será feita por lotes, em áreas protegidas das intempéries. Para fins de controle de qualidade, cada estaca deverá ser identificada pelo número do lote e datada da concretagem. Todas as estacas de um lote deverão ser de um mesmo tipo;
- O concreto de cada estaca, deverá ser lançado, na fôrma de madeira contínua revestida em folha metálica ou perfil metálico e convenientemente vibrado. Cuidados especiais deverão ser tomados para não descolar. A armadura, mantendo o cobrimento igual ou superior a 3,0cm, para obter o acabamento da face superior tão perfeito quanto o das demais. As fôrmas deverão estar em posição horizontal e sobre plataforma indeformável, nivelada e drenada;
- As fôrmas laterais poderão ser retirados 24 horas após a concretagem as estacas deverão permanecer apoiadas em todo o seu comprimento no mínimo, pelos primeiros sete dias. Deverão ser empilhadas, separadas uma das outras por calços de madeira, continuando o período de cura. O sistema adotado para transporte, armazenamento e colocação na posição de cravação, nas guias do bate-estacas, deverão impedir qualquer fratura ou estilhaçamento do concreto;
- A suspensão das estacas, o apoio quando colocadas horizontalmente e o transporte para o bate estacas merecem cuidados especiais, como providenciar a substituição das estacas eventualmente danificadas por outras em perfeitas condições de utilização, sem ônus adicional para a Contratante.

4.5.4 ESTACAS DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL

- A execução de estacas moldadas no local deverá ser cuidadosamente acompanhada pela Contratada e pela Fiscalização, impondo-se a realização de provas de carga sobre orientação do projetista, para confirmação dos elementos do projeto;
- As estacas de concreto moldadas no local serão executadas nas posições previstas no projeto, com o auxílio de um tubo cravado até a cota exigida e que será retirado gradualmente à medida que se procede o enchimento com concreto apiloado ou comprimido. A ponta do tubo deverá ser mergulhada no concreto em no mínimo 30,0cm. Incluem-se ainda, as estacas com fuste pré-moldado, cravadas nos bulbos com concreto ainda fresco, antes da retirada do tubo, e as estacas tubadas cravadas nas posições definitivas, com o auxílio de um tubo metálico, não recuperáveis, preenchidas em concreto;
- A recuperação das camisas metálicas só poderá ser realizada quando a natureza do solo permitir e contar com auxílio de mão-de-obra especializada. Caso contrário o revestimento



deverá permanecer definitivamente no solo, incorporado à estaca, que passará a estaca tubada;

- Caso prevista a execução de uma base alargada (Bulbo) de concreto, deverá ser executada antes do início da retirada do tubo;
- Sendo o tubo recuperável ou não, a extremidade inferior da estaca será aberta e a descida conseguida por:
 - a) Fechamento da ponta por meio de uma mancha e descida do tubo por cravação;
 - b) Ponta do tubo aberta, para retirada do material terroso do seu inferior por meio de equipamento especial e descida do tubo pelo peso próprio ou por ação de uma pequena força externa.
- Ao ser cravado o tubo, recuperável ou não, no caso de sair a rocha e o tubo ser invadido por água, lodo ou outro material, deverão os mesmos ser expulsos por meio de uma nova rocha mais compactada, ou então o tubo será arrancado e cravado novamente no mesmo local, enchendo-se o furo com areia. Antes do lançamento do concreto, feito sem interrupção em toda a extensão da estaca, a fiscalização deve comprovar o interior do tubo seco e limpo;
- No caso de estacas tubadas, o lançamento de concreto em qualquer delas somente poderá ser feito depois de cravados todos os tubos até a sua posição definitiva, num raio de 1,50m a partir da estaca considerada;
- Quando concretada uma estaca tubada, nenhuma outra poderá ser cravada a menos de 4,50m de distância, em qualquer direção, salvo se já tiver sido lançado o concreto há mais de sete dias. O lançamento do concreto dentro do tubo deverá ser feito, em camadas, de no máximo 0,50m de espessura, e somente após a colocação da armadura da estaca. Cada camada deverá ser vibrada ou fortemente compactada, antes da concretagem da camada seguinte, procedendo-se lançamento interrupto, desde a ponta até a cabeça da estaca, sem segregação dos materiais;
- O concreto empregado nas estacas moldadas no local deverá ter resistência característica mínima de 16 MPa (160 kgf/cm²);
- Os tubos poderão ser soldados, caso necessário executar acréscimos, preservando a estanqueidade do tubo para não haver penetração de água ou outro material. Os tubos deverão ser soldados de topo, em toda seção transversal com emprego de solda elétrica.

4.5.5 ESTACAS INJETADAS DE PEQUENO DIÂMETRO

- As estacas injetadas de pequeno diâmetro até 20,0m, conhecidas como “estacas-raiz”, “microestacas” e “presso estacas”, são escavadas e concretadas no local, utilizadas em obras de arte especiais, principalmente para reforço de fundação;
- A escavação será feita através de perfuração com equipamento mecânico, até a cota indicada no projeto, com uso ou não de lama betonítica e revestimento total ou parcial;
- Seguir a limpeza do furo e injeção de produtos aglutinantes sob pressão, em uma ou mais etapas, com introdução de armadura adicional. O consumo de cimento de calda ou argamassa deve ser no mínimo de 350 kg/cm³ de material injetado.

4.5.6 ESTACAS MISTAS

- São constituídas pela associação de dois tipos de estacas, já consideradas, não sendo permitida a associação de mais de dois tipos. Destinam-se a aterros particularmente difíceis ou fundações com problemas especiais.



4.5.7 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

- A execução de estacas poderá ser feita por cravação, percussão, prensagem ou perfuração. A escolha do equipamento será de acordo com o tipo e dimensão da estaca, características do solo, condições de vizinhança e peculiaridades do local.
- a) Cravação
 - Antes do início da cravação, deverão ser definidos os elementos seguintes:
 - Capacidade de carga da estaca;
 - Comprimento aproximado;
 - Seção transversal;
 - Peso do martelo do bate estacas;
 - Altura de queda do martelo;
 - Nega nos dez últimos golpes.
 - Não será aceita em qualquer caso, penetração superior a 3,0cm (três centímetros) nos dez últimos golpes;
 - A cravação de estacas em terrenos resistentes à sua penetração, poderá ser auxiliada com jato d'água ou ar, lançamento ou perfuração. Para estacas trabalhando à compressão, a cravação final deverá ser feita sem estes recursos, cujo emprego será levado em consideração no cálculo da capacidade de carga de estaca e análise do resultado da cravação;
 - Toda estaca danificada nas operações de cravação devido a defeitos internos, ou de cravação, deslocamento de posição, ou topo abaixo da cota de amassamento fixada no projeto, será corrigida às expensas da Contratada, que adotará um dos procedimentos seguintes:
 - A estaca será aprovada e gravada outra no mesmo local;
 - Uma segunda estaca será cravada em posição adjacente a da estaca defeituosa;
 - A estaca será emendada com uma extensão suficiente para atender o objetivo.
 - O furo deixado por uma estaca ao ser arrancada deverá ser preenchido com areia, mesmo que uma nova estaca seja cravada no mesmo local;
 - Uma estaca será considerada defeituosa quando tiver fissura ou várias fissuras visíveis que se estendam por todo o perímetro da seção transversal, ou quando acusar qualquer defeito que afete sua resistência ou vida útil;
 - Nos casos de estacas de madeira, aço e pré-moldados de concreto, para admissível até 1MN (100 tf) quando empregado um martelo de queda livre, a relação entre os pesos do pilão e da estaca deve ser igual ou superior a 0,5 para estacas pré-moldadas de concreto e 1,0 para as estacas de aço ou de madeira;
 - No caso de uso de martelo automático ou vibratório ser seguidas as recomendações do fabricante. O equipamento deverá ser dimensionado de modo a levar a estaca até a profundidade prevista para a sua capacidade de carga, sem danificá-la;
 - Para estaca pré-moldada de concreto ou estaca metálica com carga admissível superior a 1 MN (100 tf), a escolha do equipamento de cravação deve ser analisada em cada caso e os resultados controlados através de provas de carga;



- A Contratada ao submeter à fiscalização o tipo do equipamento de cravação que pretende adotar, deverá fornecer as seguintes informações: altura de queda do martelo, peso do martelo, trabalho a simples ou duplo efeito, número de golpes por minuto, marca de fabricação e especificações do equipamento;
- Para que uma estaca possa ser considerada de base alargada, tipo Franki, é necessário que os últimos 150 litros de concreto dessa base sejam introduzidos com uma energia mínima de 2,5 NMn para estacas de diâmetro inferior ou igual a 0,45m, e 5 MN (500 tf), para estacas de diâmetro superior a 0,45m. No caso de volume diferente, a energia deve ser proporcional ao volume;
- As cabeças de todas as estacas deverão ser protegidas com capacetes de tipo aprovado, de preferência provido de coxim, de corda ou outro material adequado que se adapte do capacete e apoie, por sua vez, em bloco de madeira;
- Na cravação de todas as estacas, verticais ou inclinadas, serão sempre empregadas guias ou uma estrutura adequada para suporte e colocação do martelo, salvo indicação no projeto permitindo o emprego de outro procedimento;
- Todas as estacas que sofrerem deslocamentos devidos à cravação de estacas adjacentes, ou outras causas, deverão ser recravadas;
- A Contratada deverá tomar precauções no sentido de evitar a ruptura da estaca do atingir o horizonte rochoso ou outro qualquer material e obstáculo que torne difícil a sua penetração. Os obstáculos que impeçam a penetração da estaca até a profundidade requerida deverão ser removidos;
- Quando a cota de arrasamento estiver abaixo do plano de cravação da estaca e as características da camada de apoio permitirem uma previsão, poderá ser utilizado um elemento suplementar, desligado da estaca propriamente dita, arrancado após a cravação. O emprego deste suplemento deverá ser levado em consideração no cálculo da capacidade de carga e análise dos resultados da cravação, seu uso deve ser restrito a comprimentos máximos de 2,5 metros, caso não previstos recursos especiais.

b) Emenda e Arrasamento

- A emenda nas estacas pré-moldadas de concreto deverá ser evitada sempre que possível, no entanto poderá ser executada, desde que respeitadas os seguintes preceitos:
 - O concreto da extremidade da estaca deverá ser cortado no comprimento necessário à emenda das barras longitudinais da armadura, por justa posição;
 - As superfícies de contato do concreto e a emenda da armação deverão ser tratadas como uma emenda de concreto armado, com emprego de “epoxy” e os demais cuidados necessários;
 - Deverá ser assegurado o alinhamento entre as faces da estaca e da parte prolongada;
 - A armadura da parte prolongada será idêntica à da estaca, assim como o concreto a empregar;
 - A concretagem, adensamento do concreto, remoção das formas, cura e acabamento serão como especificado em 4.5.3;
 - As exigências relativas à cravação de estacas monolíticas aplicam-se também as estacas emendas;
 - As estacas de fundação, logo que concluídas sua cravação, serão amassadas nas cotas indicadas em projeto, em madeira que fiquem embutidas 0,20m, pelo



menos, no bloco de coroamento e sua armação seja mergulhada na massa do concreto num comprimento igual ou superior ao comprimento de ancoragem dos vergalhões. O controle da estaca deverá ser sempre normal do seu eixo.

4.6 TUBULÕES E CAIXÕES

4.6.1 TUBULÕES CRAVADOS SEM REVESTIMENTO

- Poderão ser executados com escavação manual ou mecânica;
- Quando escavados manualmente só poderão ser executados acima do nível d'água, naturais ou rebaixados, ou quando for possível, bombear água sem risco de desmoronamento ou perturbação no terreno de fundação, abaixo deste nível. Poderão ou não serem dotados de base alargada tronco-cônica;
- Quando escavados mecanicamente em equipamento adequado, a base alargada poderá ser aberta quando em seco, manual, ou mecanicamente;
- Poderá ser utilizado escoramento de madeira, aço ou concreto, total ou parcialmente, afim de evitar riscos de desabamento;
- A ancoragem quando a escavação for seca é feita com o concreto lançado a superfície, através de tromba (funil), de comprimento igual ou superior a cinco vezes o seu diâmetro. Sob água, o concreto deverá ser lançado através de tremonha ou outro processo equivalente;
- Será desaconselhável o uso de vibrador quando o concreto apresentar plasticidade adequada.

4.6.2 TUBULÕES CRAVADOS COM REVESTIMENTO EM CONCRETO ARMADO

- A camisa de concreto armado (cilindro) do tubulão é concretado em partes, com comprimento dimensionado em função do projeto. Poderá ser concretada sobre a superfície aplainada do terreno e introduzida por escavação interna, depois de estar o concreto com resistência adequada à operação. Após um elemento ser arriado verticalmente é executado sobre o elemento seguinte, até atingir-se o comprimento final do projeto. Previsto o alargamento da base, será feita escavação sob a camisa devidamente escorada, de modo a evitar a sua descida;
- Caso atingido o lençol d'água deverá ser adaptado o equipamento pneumático à camisa já cravada, de forma a permitir a execução dos trabalhos a seco sob pressão conveniente de ar comprimido. Durante a descida a distribuição das cargas deverá ser regulada de maneira a não comprometer a estabilidade da obra;
- Em obra dentro d'água, a camisa deverá ser concretada quando possível no próprio local, sobre estrutura provisória e descida até o terreno com auxílio de equipamento, ou concretada em terra e transportada para o local definitivo;
- Em casos especiais poderão ser executadas com alargamento, de modo a facilitar o preparo da base alargada;
- No assentamento do tubulão sobre uma superfície de rocha devem ser previstos recursos para evitar fuga, lavagem do concreto ou desaparecimento do tubulão;
- Após a abertura do alargamento de base será executada a concretagem, conduzida de maneira a obter um maciço e estanque. O período entre o término da execução do alargamento de base e sua concretagem deverá ser de vinte e quatro horas. Caso este período seja ultrapassado, será feita nova inspeção, limpando-se cuidadosamente o fundo da base e removendo-se a camada eventualmente amolecida;



- O concreto empregado no fuste deverá ter resistência característica mínima de 16 MPa (160 kgf/cm²), sendo no núcleo a resistência mínima de 12 MPa (120 kgf/cm²);

4.6.3 TUBULÕES COM CAMISA DE AÇO

- A camisa de aço, com a mesma finalidade da de concreto armado, poderá ser introduzida por cravação em bate-estacas, vibração ou equipamento com movimento de vai e vêm simultâneo, com força de cima para baixo;
- A escavação interna poderá ser manual ou mecânica, feita à medida da penetração do tubo ou de uma só vez, após a cravação total da mesma;
- Caso previsto poderá ser executado um alargamento de base com escavação manual sob ar comprimido ou não;
- A camisa de aço deverá ser ancorada ou receber contra peso para evitar sua subida quando utilizado ar comprimido. Poderá ser recuperada, a medida que foi sendo concretado o seu núcleo, ou posteriormente, se não considerado dimensionamento.

5. CONTROLE E ACEITAÇÃO

5.1 ESTACAS

5.1.1 CONTROLE GEOMÉTRICO

- Será permitido entre eixos de estacas isoladas e o ponto de aplicação da resultante das solicitações do pilar, um desvio de 10% do diâmetro. Desvios superiores no caso de estacas não travadas obrigará verificação estrutural quanto à flambagem do pilar e da estaca. Para estacas travadas as vigas de travamento deverão ser redimensionada, para a excentricidade real e verificada a flambagem do pilar;
- Para conjunto de estacas alinhadas, admite-se um acréscimo de, no máximo, 15% sobre a carga admissível na estaca de excentricidade, na direção do plano das estacas. Acréscimos superiores deverão ser corrigidas com acréscimos de estacas ou recurso estrutural;
- Para conjunto de estacas não alinhadas, deverá ser verificada a solicitação em todas as estacas, admitindo-se o acréscimo de, no máximo, 15% sobre a carga admissível de projeto. Quanto ao desvio de inclinação é tolerado, sem correção, um desvio angular em relação à posição projetada de 1:100.

5.1.2 CONTROLE TECNOLÓGICO

- Durante a concretagem das estacas pré-moldadas deverão ser colhidas amostras para a moldagem, de uma série de 4 corpos de prova cilíndricos para cada 25 estacas concretadas, ou para cada dia de concretagem. As rupturas serão feitas a sete e/ou a 28 dias, sempre com o rompimento de dois corpos de prova para idade do rompimento, moldadas no mesmo ato;
- Para sua própria orientação, a Contratada poderá cravar às suas expensas, tantas estacas de prova, quantas considere necessárias;
- A Contratada cravará estacas de prova e realizará provas de carga nas estacas indicada no projeto ou nas que considerar necessárias. Nas obras normais, para as estacas cravadas, além das acima referenciadas, deverá ser feita uma prova de carga para cada



500 estacas, nas obras especiais, uma para cada 200 estacas. Nas estacas cravadas deverá ser feita uma prova de carga para cada 100 estacas;

- Sempre que possível, as estacas de prova serão localizadas de modo a serem aproveitadas como estacas de fundação, caso resultado satisfatório da prova. Sempre que houver dúvida sobre uma estaca, deverá ser comprovado o seu comportamento satisfatório. Se não for suficiente será realizada uma prova de carga.
- O executante deverá manter um registro completo em duas vias, sendo uma destinada à fiscalização, da cravação de cada estaca, inclusive das de prova. Anotar para todas as estacas o que segue:
 - O número e a localização;
 - Dimensões;
 - Cota do terreno no local da estaca;
 - Nível de água (se houver);
 - Característica do equipamento de cravação ou escavação;
 - Desagrupamento e desvio de locação;
 - Qualidade de materiais utilizados e consumo por estaca;
 - Comprimento real da estaca abaixo do arrasamento;
 - Volume da base;
 - Anormalidade de execução;
 - Aprovação rigorosa do horário de início e fim da cravação ou escavação.

Registrar ainda para as estacas cravadas:

- Suplemento de estaca utilizado (tipo e complemento);
- Profundidade de penetração da estaca com peso próprio;
- Profundidade de penetração da estaca com peso do martelo;
- Número de golpes necessários para cravação de 1,00 metro;
- Número efetivo de golpes por minuto;
- Duração de qualquer interrupção na cravação e hora de ocorrência;
- Cota final do ponto da estaca cravada;
- Cota da cabeça para estaca antes do arrasamento;
- Data da concretagem da estaca pré-moldada;
- Data da cravação;
- Negativas no final da cravação e da regravação, quando for o caso.

E para as estacas escavadas:

- Horário de início e fim da escavação e de cada estaca de concretagem;
 - Comparação do consumo real de materiais em relação ao teórico;
 - Comparamento da armadura durante a concretagem.
- O diagrama de cravação deverá ser tirado em 10% das estacas, no mínimo, com prioridade das mais próximas dos fundos de sondagem;

5.1.3 ACEITAÇÃO

Serão aceitos os serviços que atenderem ao controle geométrico e controle tecnológico.



5.2 TUBULÕES E CAIXÕES

5.2.1 CONTROLE GEOMÉTRICO

- É tolerado um desvio entre eixos do tubulão e ponto de aplicação da resultante das solicitações do pilar de 10% do diâmetro do fuste do tubulão.

5.2.2 CONTROLE TECNOLÓGICO

- Deverão ser anotados na execução da fundação em tubulação os seguintes elementos, conforme o tipo:
 - Cota de arrasamento;
 - Dimensões reais da base alargada;
 - Material de apoio;
 - Equipamento de cada etapa;
 - Deslocamento e desaprumo;
 - Comparação do consumo de material durante a concretagem com o previsto;
 - Qualidade dos materiais;
 - Anormalidades de execução e providências tomadas;
 - Inspeção do terreno ao longo do fuste e assentamento da fundação;
- Ultrapassados os limites quanto a excentricidade e/ou ao desaprumo, será feita a verificação com os redimensionamentos necessários.

5.2.3 ACEITAÇÃO

Serão aceitos os serviços que atenderem ao controle geométrico e controle tecnológico.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços efetivamente realizados e aceitos serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

6.1 ESCORAMENTO DE CAVAS DE FUNDAÇÕES (ENSECADEIRAS)

Serão medidas por metro quadrado de pranchas verticais, com altura determinada pela diferença entre a cota de implantação da ensecadeira e a cota necessária à contenção. Não será medido em separado o escoramento e contraventamento das pranchas verticais, bem como, o enchimento e apiloamento do material de enchimento, no caso de ensecadeira dupla.

6.2 ESCAVAÇÃO E ATERROS

Medidos de acordo com as especificações deste caderno.



6.3 BLOCOS E SAPATAS

Serão medidos separadamente, sendo as formas medidas por metro quadrado colocado, o concreto por metro cúbico e a ferragem por quilograma de aço dobrado e colocado nas fôrmas.

6.4 ESTACAS

Serão medidas pelo comprimento entre as cotas da ponta e do arrasamento, para as estacas moldadas no local o comprimento medido será entre as cotas do topo do bulbo e do arrasamento da estaca concluída.

A base da estaca (bulbo), se houver, será considerada para efeito de medição como um metro de estaca escavada e concretada.

Não deverá ser incluída na medição o corte das estacas e perda do seu excesso, inclusive do tubo metálico, se for o caso.

6.5 TUBULÕES E CAIXÕES

Os tubulões medidos por metro de camisa implantada e cheia de concreto e por metro cúbico da base alargada.

Os caixões serão medidos por metro de camisa implantada e por metro cúbico de material de enchimento e de alargamento de base, se houver.

6.6 DEMAIS SERVIÇOS

Medidos de acordo com as especificações deste caderno.

7. PAGAMENTO

Os serviços medidos serão pagos de acordo com os preços unitários contratuais.