

PROCEDIMENTO EXECUTIVO – ESTACA ESCAVADA PARA USINAS DE SOLO E CARPORT

Autor: Engenheiro Paulo César da Silva Vasconcelos

1. Justificativa para Recomendação de Estaca Escavada para Estruturas de Painéis Fotovoltaicos

A SSM Solar do Brasil, líder do mercado de estruturas metálicas para painéis fotovoltaicos, por meio do seu setor de engenharia em parceria com setor de desenvolvimento de novos produtos, vem buscando sempre atender de forma especializada cada projeto, estudando as opções técnicas e tecnológicas disponíveis no mercado. No que tange a fundação, nos baseamos no conhecimento técnico dos nossos engenheiros, nos conceitos técnicos normativos como também nos feedbacks dos clientes integradores e instaladores para a recomendação da fundação tipo estacada escavada como melhor recomendação para execução de fundação para estruturas de solo e carport fabricadas pela SSM. Dentre as principais vantagens estão:

- Boa mobilidade do equipamento de escavação;
- Permite adequado controle de qualidade e rapidez de produção que otimiza o cronograma da obra;
- Possibilita a amostragem de conferência do solo escavado, confrontando com a sondagem SPT;
- Oferece ausência de vibração, podendo ser executada próximo à divisa sem danos às construções vizinhas;
- Permite uma segura avaliação de capacidade de carga da estaca, mediante dimensionamento baseado em análise do ensaio à percussão tipo SPT;
- Pode ser usado tanto para fundações rasas (diretas) como profundas (indiretas);
- Tem possibilidade de perfuração tanto manual por meio de trado concha (cavadeira) como escavação mecânica com equipamento móvel sobre rodas ou sobre esteiras ou escavação mista;
- Resiste a cargas elevadas (até 100KN);
- Pode ser executado em locais inclinados e que não possui nível de água (lençol freático);
- Otimiza o cronograma geral da obra;
- Se destaca com menor custo final se comparado as demais modalidades de fundação;

2. Locação/Escavação

O primeiro passo seria a locação da estaca por meio de gabarito de acordo com o projeto, antes de iniciar a escavação recomenda-se fazer um gabarito com esquadro e linhas de eixo e efetuar a locação por meio de prumo de centro, por fim é prudente colocar um piquete de madeira no centro (eixo) da estaca.

O segundo passo seria a escavação com cavadeira até atingir 1 m de profundidade e prosseguir a escavação com trado do tipo concha manual ou mecânico até a cota de projeto. A perfuração é feita com trado curto acoplado a uma haste até a profundidade especificada em projeto, devendo-se confirmar as características do solo através da comparação com a sondagem mais próxima. Quando especificado em projeto, o fundo da perfuração deve ser apiloado com soquete.

Não há uma profundidade padrão para fundações de usinas solo e carport, deve-se atentar para as considerações de projeto em detalhamento e notas, podendo variar o diâmetro de $\varnothing 25$ a $\varnothing 40$ cm e profundidade 100cm a 500cm, inclusive no mesmo empreendimento.

3. Concretagem

A concretagem deve ser feita no mesmo dia da perfuração ou no máximo em 24h, através de um funil que tenha

comprimento mínimo de 1,5 m. A finalidade deste funil é orientar o fluxo de concreto.

Os concretos destinados à fundação devem seguir a condição de preparo estabelecida na NBR 12655. Misturas realizadas em central de concreto ou em caminhão betoneira devem seguir o disposto na NBR 7212. Consultar tabela de traços neste laudo. Recomendamos sempre 25MPa de resistência final aos 28 dias.

Os materiais utilizados na fabricação do concreto, como cimento Portland, agregados, água e aditivos, devem obedecer às respectivas Normas Brasileiras específicas. Atenção especial para o tipo do cimento.

O recebimento e aceitação do concreto devem ser realizados conforme procedimentos descritos na NBR 12655, com atenção especial ao Ensaio de Compressão e Ensaio de Consistência.

4. Colocação da Armadura

As estacas não sujeitas a tração ou a flexão considerável possuem apenas arranque/ligação por meio do pilar metálico em perfil “C” (conforme especificação de projeto de estrutura – isopleta), sem função estrutural, colocado imediatamente após a concretagem em profundidade padrão de 600mm na estaca, podendo variar de 400mm a 700mm enterrado, dependendo da irregularidade do terreno, por definição específica para o empreendimento pelo engenheiro calculista. Importante atentar para medida do primeiro furo no pilar da estrutura para fixação da tesoura com medida padrão de 800mm para extremidade inferior.

No caso de estacas submetidas a esforços de tração, horizontais ou momentos, a armadura projetada deve ser colocada no furo antes da concretagem, com estribos, deixando a armadura de arranque acima do solo, conforme definição do projeto de fundação. Recomenda-se virar a ponta da armadura com mínimo de 10cm para que fique dentro do bloco de coroamento (em caso de carport) ou na base quadrada no diâmetro da estaca (em caso de usina solo). Recomenda-se o uso de espaçador circular plástico para atender o recobrimento previsto em projeto.

5. Preparo da Cabeça da Estaca e Ligação com o Bloco de Coroamento

Para ligação da estaca com o bloco de coroamento devem ser observadas a cota de arrasamento e o comprimento das esperas (arranques) definidos em projeto. O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos.

Caso haja concreto inadequado abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à do concreto da estaca. No caso de comprimento de arranque inferior ao de projeto, deve-se executar emenda por traspasse ou transpasse e solda, conforme procedimento descrito na NBR 6118.

6. Registros da Execução

No diário de obra, ou documento similar, devem ser registradas as seguintes informações:

- Identificações gerais: obra, local, nome do operador, executor, contratante;
- Data da execução;
- Identificação da estaca: diâmetro, nome ou número conforme Projeto de Fundação;
- Comprimento de perfuração;
- Comprimento da armadura;
- Desvio de locação (se houver);
- Consumo médio de concreto por estaca, com base no volume de concreto do caminhão betoneira;
- Características da perfuração (manual/mecânica);
- Horário de início e fim da perfuração;
- Horário de início e fim da concretagem;

- Posicionamento da armação;
- Observações relevantes;
- Nome e assinatura do executor, da fiscalização e do contratante final.

7. Recomendações

- Estacas com espaçamento inferior a três x diâmetros da estaca broca, devem ser executadas em intervalo superior a 12h;
- Pelo menos 1% das estacas, e no mínimo uma por obra, deve ser exposta abaixo da cota de arrasamento para verificação da sua integridade e qualidade do fuste;
- Recomenda-se que seja executado a estaca escavada sempre acima do nível do lençol freático para evitar o risco de estrangulamento do fuste;
- Devido ao esforço crescente à medida que a escavação avança é recomendado ao menos 2 pessoas para execução do trabalho.
- É muito importante haver o apiloamento e a limpeza do fundo das estacas escavadas para garantir a resistência de ponta.

8. Referências

- NBR 5739 – Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos
- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações
- NBR 8953 – Concreto para Fins Estruturais – Classificação pela Massa Específica, por Grupos de Resistência e Consistência
- NBR 12655:2015 - Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação
- NBR 7212:2021 - Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle

9. Exemplificação visual

Etapas de execução de uma Broca Manual

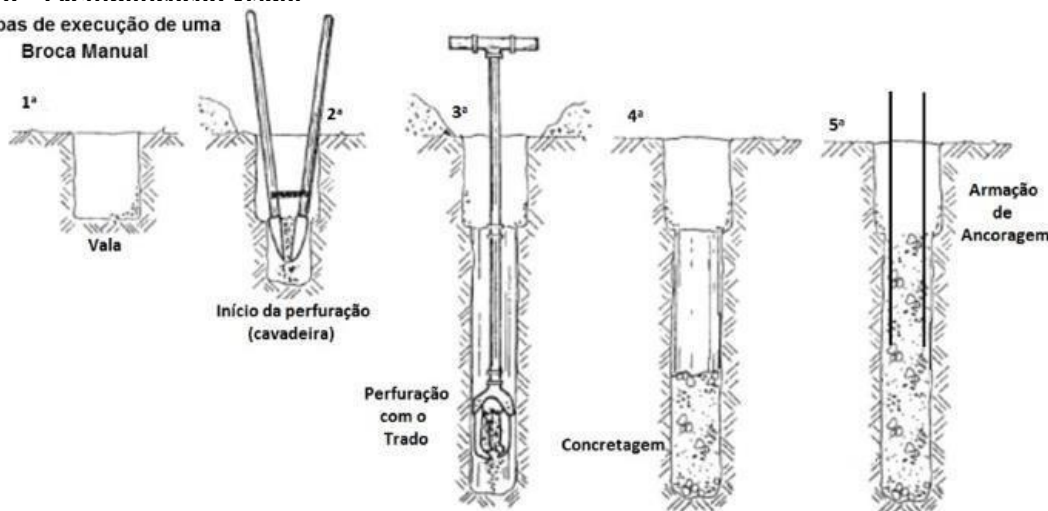


Figura 1 – Sequência executiva da estaca manual



Figura 2 – Trado manual concha



Figura 3 – Trado mecânico a combustível



Figura 3 – Máquina perfuratriz