

Obras Cíveis	1			
Fundações	1.02			
Estacas Metálicas	1.02.09			
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENTOS

01. DEFINIÇÃO

Consiste no fornecimento e cravação de perfis metálicos de aço, simples ou conjugados, na execução de fundações profundas.

Deverão ser obedecidas, rigorosamente, as definições de projeto quanto a:

- " Seções e quantidades de estacas por bloco;
- " Inclinações das estacas;
- " Condições de "nega"
- " Profundidades de cravação.

02. MÉTODO DE EXECUTIVO

Dimensionamento

As seções transversais e os comprimentos das estacas serão determinados pelo engenheiro calculista e constarão do projeto de fundações.

Cravação

Primeiramente, será feita a locação, sobre o terreno, dos pontos de cravação das estacas. Através de gabarito de madeira serão marcados os eixos das estacas. Nos cruzamentos destes eixos esta rão os pontos de locação.

Na cravação, serão utilizados bate-estacas devidamente dimensionados para as seções das estacas e as profundidades a serem atingidas.

Tipos de Trilhos Ferroviários

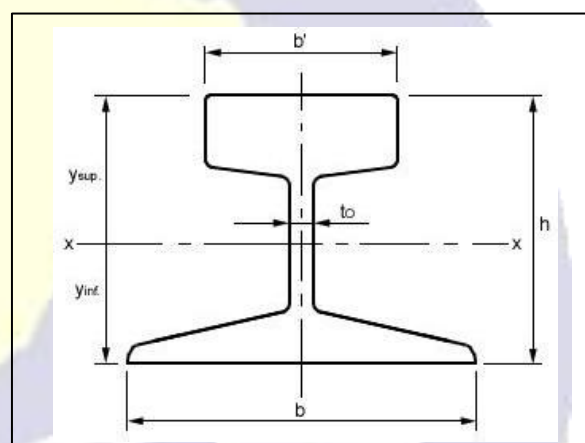


Figura 01. Trilho Ferroviário

Tabela 01. Tipos de Trilhos Ferroviários

Tipo		Dimensões				Peso por metro	Área A	Ix	y sup.	W sup.	y inf.	W inf.	ix	ly
		h	b	b'	to									
Nacional (C.S.N)	Americano	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm	cm ³	cm	cm ⁴
TR - 25	A.S.C.E 5040	98,4	98,4	54,0	11,1	24,65	31,5	413	5,07	81,5	4,77	86,6	3,62	110
TR - 32	A.S.C.E 6540	112,7	112,7	61,1	12,7	32,05	40,8	702	5,84	120,2	5,43	129,3	4,15	204
TR - 37	A.S.C.E 7540	122,2	122,2	62,7	13,5	37,11	47,3	951	6,38	140,1	5,84	162,8	4,48	269
TR - 45	A.S.C.E 9020	142,9	130,2	65,1	14,3	44,65	56,9	1605	7,84	204,7	6,45	248,8	5,31	368
TR - 50	A.S.C.E 10025	152,4	136,5	68,2	14,3	50,35	64,2	2037	8,26	246,6	6,98	291,8	5,63	458
TR - 57	A.S.C.E 11525	168,3	139,7	69,0	15,9	56,90	72,5	2735	9,26	295,4	7,57	361,3	6,14	511

Obras Cíveis				1
Fundações				1.02
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENT

Emendas

Concluída a cravação de um perfil, caso necessário, outro será emendado, para que o serviço prossiga, até que seja encontrada a cota adequada de apoio.

A emenda será efetuada por solda de topo dos perfis e solda de duas talas opostas, em relação às suas almas. As soldas de topo e das talas serão executadas com o cuidado necessário para que a resistência da emenda seja, pelo menos, igual à da seção da estaca.

Deverá ser utilizado eletrodo de, pelo menos, diâmetro 4 (quatro) mm e intensidade de corrente, em ampères, adequada ao seu diâmetro.

As almas das seções de topo dos perfis a serem soldados serão chanfradas segundo um dos quatro tipos entalhe :

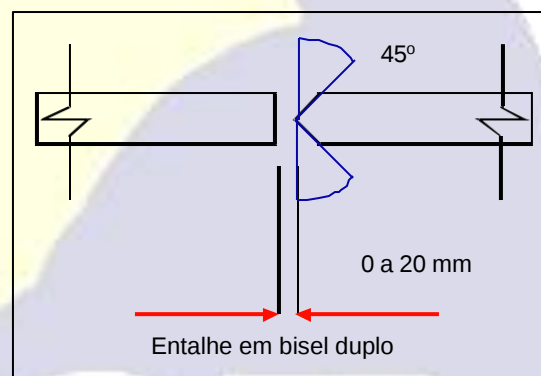
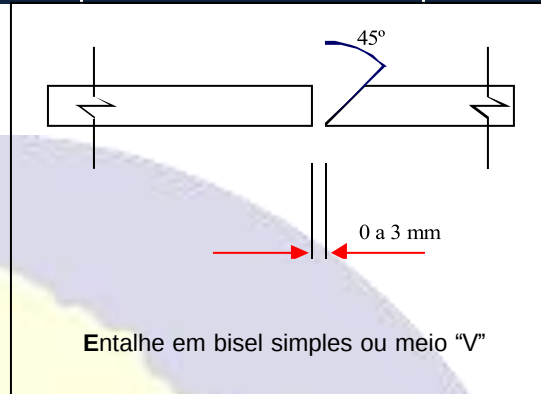
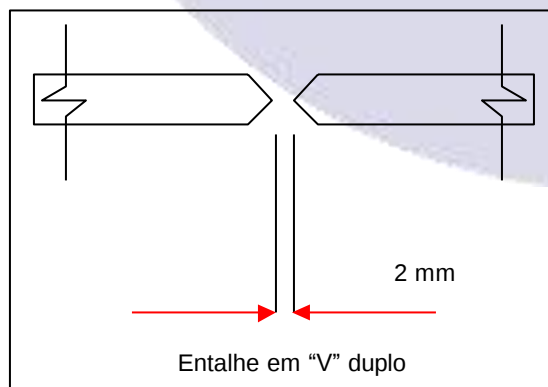
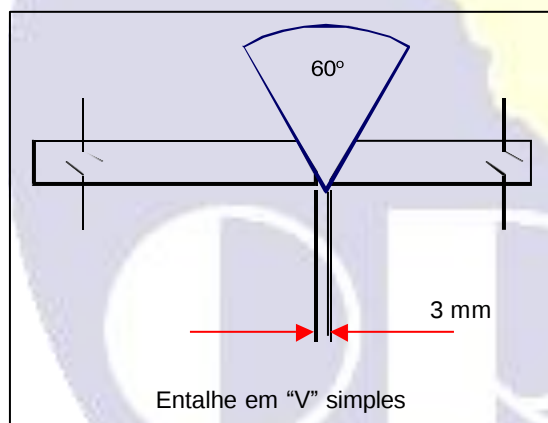


Figura 02. Tipos de entalhes

Em perfis com até 19 (dezenove) mm de espessura de alma, será mais aconselhável o entalhe em "V" simples ou em bisel simples.

Para boa execução do chanfro, será usada uma guia, para o maçarico, segundo o ângulo de chanfradura. Recomenda-se 60°(sessenta graus), para o caso do entalhe em "V" simples e 45° (quarenta e cinco graus), para o caso do entalhe em bisel simples.

Ligação estaca-bloco

Nos blocos de 3 (três) ou mais estacas não alinhadas, desde que não haja esforços de tração, a penetração do perfil no bloco será de, no mínimo, 20 (vinte) cm.

No caso de blocos de 1 (uma) estaca e em todos os casos de blocos de estacas alinhadas, a penetração será, no mínimo, de 30 (trinta) cm. A penetração de 20 (vinte) cm poderá ser tolerada quando houver

Obras Cíveis				1
Fundações				1.02
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENTOS

travamento do bloco, pelos blocos vizinhos, em 2 (duas) direções ortogonais.
Opcionalmente, a parte do perfil que penetra no bloco poderá receber uma fretagem em espiral.

e cinco) cm para a altura da alma e 11 (onze) cm para a largura da aba.

Na hipótese da existência de esforço de tração na estaca, será soldada, na sua parte que penetra no bloco, uma armadura adequada para a ancoragem do mesmo.

Equipamento

O equipamento de cravação será dimensionado de forma que consiga levar a estaca a encontrar uma resistência de ponta a sua penetração, oferecida pelo solo, indicando a presença de camada suficientemente resistente para seu apoio, mas sem acarretar danos ao seu perfil.

O equipamento consistirá, essencialmente, de um bate-estaca (torre e base) e de um martelo.

O martelo poderá ser:

- " de queda livre - quando for alçado por um cabo e cair sobre a cabeça da estaca por ação da gravidade;
- " a vapor ou ar comprimido - quando um dispositivo que utiliza estes elementos (vapor ou ar comprimido) para o levantamento do martelo for adaptado à cabeça da estaca.
- A queda do martelo caracterizará o tipo de equipamento: martelo de ação simples, se cai pela ação da gravidade ou martelo de dupla ação, quando o impacto da queda é ajudado pela reinjeção de vapor ou de ar comprimido.

A relação entre o peso do martelo e o da estaca será próxima de 1 (um).

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle das Estacas

As estacas metálicas obedecerão ao disposto na NBR 6122/80, "Projeto e Execução de Fundações".

As dimensões mínimas dos perfis serão de 25 (vinte

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Metálicas	1.02.09
Estacas fisicamente retilíneas, tolerando-se curvaturas desde que o eixo da mesma seja maior que 400 m (quatrocentos metros), sua seção transversal deverá ser constante, sem desvios sensíveis, devidos a amassamentos, distorções etc.	
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO
CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO
DOCUMENT	

Controle da Cravação

Na cravação de qualquer estaca de aço, serão objeto de anotação:

- " o comprimento real ou fuste (comprimento total menos arrasamento);
- " o tipo e comprimento do prolongamento (caso tenha sido usado);
- " as quantidades e os tipos das emendas;
- " o desvio da cravação ou desaprumo;
- " a "nega" da cravação e da recravação, na hipótese dessa ocorrência;
- " o deslocamento e o levantamento das estacas vizinhas;
- " as eventuais anormalidades observadas durante a cravação.

Será elaborado um diagrama de cravação, no qual constará o número de estacas e o número de golpes acumulados para a penetração de cada 50 (cinquenta) cm. A "nega" final também será objeto de registro.

Para cada lote de 30 (trinta) estacas metálicas será elaborado um diagrama. Caso se verifique variação de comportamento do terreno, o número de diagramas será de 1 (um) para cada 10 (dez) estacas.

Para as estacas próximas aos furos de sondagens serão elaborados diagramas específicos.

Sempre que houver dúvida sobre a cravação de uma estaca de aço, será demonstrada, por argumentação, a sua capacidade de carga. Caso essa argumentação seja considerada, pela Fiscalização, como insatisfatória, optar-se-á por uma prova de carga ou, na hipótese de apresentar-se como solução mais conveniente, pela cravação de uma ou mais estacas de substituição.

Obras Cíveis				1
Fundações				1.02
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENTOS

Caso seja observada a ocorrência de levantamento em qualquer estaca, quando da cravação de estacas vizinhas, esta será recravada até voltar à sua cota de apoio primitiva.

Controle de carga de trabalho pela cravação

Será efetuado o controle da “nega” durante a cravação dos últimos metros da estaca de aço. O valor da “nega” ideal para cada estaca ou grupo de estacas de mesma carga e comprimentos aproximados, será previamente fornecido pelo calculista da fundação.

Empiricamente, será considerado como valor da “nega” a décima parte da penetração da estaca nos últimos 10 (dez) golpes de cravação.

Caso sejam conhecidos os parâmetros do solo, será conveniente estabelecer-se a comparação da carga de trabalho obtida pela fórmula dinâmica e por uma fórmula estática.

Tolerâncias na execução

Quanto à excentricidade na cravação:

- “ Em se tratando de estacas isoladas e não travadas em duas direções ortogonais, será tolerado um desvio, entre o eixo da estaca e o ponto de aplicação da resultante das solicitações, de 10 % (dez por cento) do seu diâmetro;
- “ Em se tratando de estacas isoladas e travadas, as vigas de travamento serão dimensionadas para a excentricidade real, quando esta ultrapassar a 10 % do diâmetro da estaca. Entende-se por diâmetro da estaca o diâmetro do círculo de área igual à do retângulo que envolve a seção transversal do perfil metálico;
- “ Em se tratando de conjunto de estacas alinhadas, caso ocorra excentricidade na direção do plano de cravação, será verificada a solicitação sobre cada estaca. Será aceito, sem correção, um acréscimo de, no máximo, 15 % (quinze por cento) sobre a carga admissível de projeto da estaca. Ultrapassando-se este limite, a correção se dará mediante o acréscimo de estacas ou através de outro recurso estrutural. Para excentricidade na direção normal ao plano

de cravação, cada estaca será considerada como sendo uma estaca isolada e não-travada, cabendo, neste caso, o mesmo critério de tolerância.

- “ No caso de conjunto de estacas não alinhadas, ocorrendo excentricidade, será verificada a solicitação em cada uma delas. Será admitido que a carga na estaca mais solicitada ultrapasse em até 15 % (quinze por cento) a carga de projeto. Ultrapassado este limite, a correção se dará mediante o acréscimo de estacas ou pela adoção de outro recurso estrutural.

Quanto ao desvio de inclinação:

- “ O desvio máximo com a vertical será de 1:100;
- “ Para desvios maiores, a correção poderá ser efetuada por um dos seguintes processos:
 - “ Pela ligação do bloco, de estaca isolada ou em grupo, com um ou mais blocos, de forma que a componente horizontal possa ser absorvida pelo conjunto desses blocos (será indispensável a apresentação de justificativa de cálculo);
 - “ Pela cravação de estacas de substituição;
 - “ Pela cravação de estaca de inclinação em sentido oposto, de forma que as componentes horizontais se anulem;
- “ Em se tratando de conjunto de estacas, a verificação será procedida para o conjunto, considerando-se a contenção do solo e as ligações estruturais.

Provas de carga

Deverão ser realizadas, pelo menos, duas provas de carga, em locais previamente designados pela Fiscalização, sobre estacas de blocos distintos.

Para a perfeita verificação do comportamento das fundações, poderão ser exigidas, a critério da Fiscalização, novas provas de carga.

As provas de carga obedecerão a NBR-6121

Obras Cíveis				1
Fundações				1.02
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENT

“Estacas -Prova de Carga” e serão efetuadas, de preferência, nas estacas que suportem maiores cargas ou nas que se encontrem nos trechos mais desfavoráveis, quanto à resistência do terreno.



Obras Cíveis				1
Fundações				1.02
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENTOS

Para a execução das provas de carga serão adotados processos que garantam a aplicação da carga axialmente e que evitem choques ou trepidações durante sua realização.

É aconselhável a utilização de macacos hidráulicos, munidos de bomba e manômetro, opondo-se a uma carga de reação estável - caixa carregada, ancoragem etc. - sendo vantajoso prever-se, para maior garantia da aplicação da carga axial, uma rótula na cabeça do macaco ou da estaca.

A carga será aplicada em estágios sucessivos, não superiores a 20 % (vinte por cento) da carga provável de trabalho da estaca.

Só será aplicado novo acréscimo de carga depois de verificada a estabilização dos recalques, com tolerância máxima de 5 % (cinco por cento) do recalque total no estágio, entre leituras sucessivas.

O ensaio, caso não ocorra a ruptura do terreno, será continuado, pelo menos, até que seja satisfeita uma das duas seguintes condições:

" Observe-se um recalque total de 15 mm (quinze milímetros);

" Atinja-se uma carga igual a uma vez e meia a carga provável de trabalho da estaca;

A carga máxima alcançada no ensaio será mantida, pelo menos, durante doze horas.

A descarga, sempre que possível, também será feita por estágios sucessivos, não superiores a 20 % (vinte por cento) da carga total do ensaio, sendo os estágios mantidos até à estabilização dos recalques.

Os recalques serão medidos, simultaneamente, em dois extensômetros, sensíveis ao centésimo de milímetro, colocados em posições diametralmente opostas em relação ao eixo da estaca.

As leituras serão realizadas obedecendo ao seguinte:

" Em cada estágio de carga os recalques serão lidos imediatamente após sua aplicação;

" As leituras subsequentes processar-se-ão após

os seguintes intervalos de tempo - um, dois, quatro, oito, quinze, trinta minutos; uma, duas, três, quatro etc. horas;

" Se, entre duas leituras sucessivas, observar -se um recalque máximo equivalente a 5 % (cinco por cento) de recalque total do estágio, esse recalque será considerado estabilizado, procedendo-se, então, ao novo carregamento e repetindo-se as operações até a conclusão da prova.

Os dispositivos de referência para as medidas de recalques deverão estar ao abrigo de intempéries e suficientemente afastados para não serem influenciados por movimento das estacas, do caixão da ancoragem ou por perturbações externas.

Os apoios dos dispositivos referidos anteriormente deverão situar-se a uma distância igual a, pelo menos, cinco vezes o diâmetro das estacas e nunca inferior a 1,50 m.

Os resultados das provas de carga serão apresentados graficamente, através de uma curva carga-recalque, onde figurarão as observações feitas no início e no fim de cada estágio, com indicação, também, dos tempos decorridos.

Anexo ao gráfico, serão fornecidos os seguintes elementos:

" Indicação dos furos de sondagem;

" Características e dados gerais da estaca testada: localização da estaca no terreno, tipo, dimensões, cota de arrasamento, data da cravação, altura do bloco, etc;

" Dados da cravação: tipo de bate-estaca e do martelo, peso do martelo, altura e tipo de queda ou energia de cravação, nega em cada série de golpes, nega elástica e permanente por golpes, número de golpes por minuto;

" Descrição sucinta dos dispositivos de carga, de medida e aferição dos manômetros;

" Ocorrências excepcionais durante a prova: perturbações dos dispositivos de carga e medida;

<i>Obras Cíveis</i>				<i>1</i>
<i>Fundações</i>				<i>1.02</i>
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENT

modificações na superfície do terreno contíguo à estaca; alterações eventuais nos pontos fixos de referência, etc.;

" Diagrama - número de golpes (n) x penetração (e)
- obtido na cravação das estacas relacionadas para as provas de carga;



Obras Cíveis				1
Fundações				1.02
Estacas Metálicas				1.02.09
DEFINIÇÃO	MÉTODO EXECUTIVO	CRITÉRIOS DE CONTROLE	MEDIÇÃO E PAGAMENTO	DOCUMENTOS

- '' Nega do último golpe, obtida pela expressão "nega" = $e/10$, sendo "e" a penetração alcançada com as últimos 10 (dez) golpes da cravação;
- '' Confirmação da viabilidade do comprimento alcançado pelas estacas, mediante cálculo com o emprego de fórmulas próprias a cada tipo de solo (deverá ser apresentado o demonstrativo de cálculo).

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A unidade de medição será o metro (m) de estaca cravada e aceita pela Fiscalização, conforme o tipo de perfil utilizado.

As Provas de Carga solicitadas serão pagas em separado.

O pagamento será efetuado por preço unitário contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR 6118	Projeto e execução de obras de concreto armado
ABNT	NBR 6121	Estacas - Prova de Carga
ABNT	NBR 6122	Projeto e execução de fundações
ABNT	NBR 6489	Prova de Carga Direto sobre Terreno de Fundação
ABNT	NBR12131	Estacas - Prova de Carga Estática
ABNT	NBR13208	Estacas - Ensaio de carregamento dinâmico - Método de Ensaio

FONTE	AUTOR	EDITORA
Caderno de Encargos	Milber Fernandes Guedes	Editora PINI