



FUNDAÇÕES INDIRETAS POR MEIO DE ESTACAS CRAVADAS

Uma vez que as estruturas cada vez são mais arrojadas e os maiores projetos concentram-se maioritariamente junto ao litoral e em zonas onde se interceta terrenos com piores características geomecânicas, o sistema de fundações a adotar assume hoje cada vez mais importância no custo e prazo de execução de uma obra.

É nesse contexto que surge a procura por soluções que além de económicas e tecnicamente evoluídas, sejam versáteis e de rápida execução.

A solução de estacas em aço dúctil cravadas está na “pole position” das soluções de fundação indireta.

Isto apesar de ser um sistema usado há mais de 30 anos e todos os dias no mundo inteiro se cravam muitas centenas de metros de estacas. Este sistema é hoje em dia uma solução comum de fundações indiretas nos EUA, Alemanha, França, Suíça, Áustria, Inglaterra, Angola, Emiratos Árabes Unidos e em muitos mais países pelos quatro cantos do mundo.



Fig. 1 - Cravação de estacas

Quer saber porquê? Então venha daí.

> Qual o conceito?

A solução de fundação indireta com estacas dúcteis é uma solução de fundação indireta com um elevado padrão de qualidade. As estacas são produzidas em siderurgia pelo método do vazamento por centrifugação.

As estacas são constituídas por um ou mais tubos em aço dúctil de fundação com diâmetros externos de 118 e 170mm e espessuras de 6 a 12,5mm, em tramos de 5,50m, com acoplamento cónico macho/fêmea, utilizando no fundo uma ponteira ou sapata perdida de igual diâmetro do tubo (estacas a seco) ou com diâmetro superior (estacas injetadas).



Fig. 2 - Tubos em aço dúctil

O sistema de acoplamento plug-in, em que a secção cónica é “esmagada” contra o acoplamento fêmea, permite forças de tração de pelo menos 200kN.



Fig. 3 - Acoplamento entre tubos

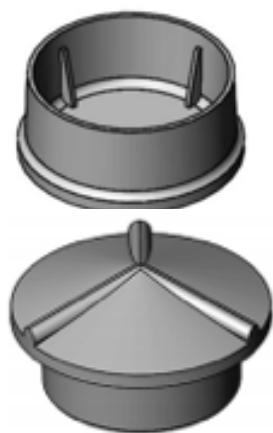


Fig. 4 - Ponteira ou sapata

Todos os tubos são entregues em obra com respetivo certificado de qualidade de origem e respeitar o disposto na norma ONR 22567 “Piles of ductile iron cast Dimensions, Installation and Quality Assurance”.

► Como se dimensionam?

O sistema enquadra-se no domínio das estacas de deslocamento com injeção pressurizada – em inglês “full-displacement pressurized grouted piles”.

O termo “estaca de deslocamento” provem da principal característica do processo de instalação deste tipo de estaca, em que é cravado num solo em repouso um elemento cilíndrico, que na sua progressão desloca o solo lateralmente, adensando este tanto diametralmente como na base.

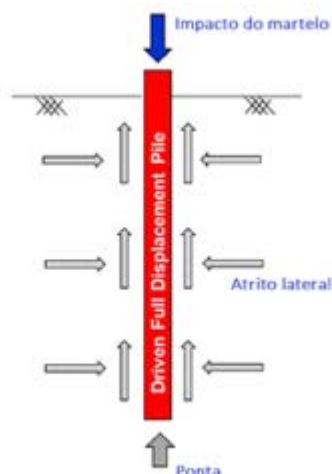


Fig. 5 - Estaca cravada

Já nos anos 60 do século passado, Brams estabeleceu em definitivo os parâmetros geotécnicos para dimensionamento de estacas cravadas – “Brams, B. B., 1966: “Methods of calculating the ultimate bearing capacity of piles. A summary”, Sole-Soils No. 18, 1966, pp. 1-1”.

A grandeza do atrito lateral é muito superior a soluções com perfuração onde existe a remoção de solo, resultante de não haver qualquer relaxamento do solo durante o processo de cravação.

O mesmo se verifica quando se compara estacas cravadas com estacas moldadas no terreno, ou “drive cast in-situ piles”, onde é cravada uma camisa metálica, que quando retirada provoca o relaxamento do solo – situação conhecida como “destress”.

As soluções de fundação com estacas cravadas em aço dúctil são agrupadas em dois grupos que se distinguem pelo funcionamento geomecânico da estaca:

• Via seca:

Nos casos em que o terreno competente, com valores de resistência dos solos de pelo menos 50 a 60 pancadas N_{spt} , se localize a uma profundidade que se considere economicamente viável a estaca ser executada até essa camada, a estaca é cravada via seco até que se verifique não ser possível a progressão ou ser atingida o que tecnicamente se designa de “nega” - avanço menor ou igual a 30mm por minuto.



Fig. 6 - Cravação de estaca com injeção simultânea

Neste cenário, a mobilização de carga verifica-se predominantemente por atrito lateral, podendo-se considerar-se adicionalmente alguma contribuição por ponta da estaca.

Em ambas as soluções anteriormente descritas, é possível incrementar a capacidade de carga, reforçando as estacas com a injeção de calda de cimento, argamassa ou microbetão e com armadura ordinária interior.

Em resultado disso, é possível cobrir com o tubo de 118mm de diâmetro uma gama de cargas até 1.850 kN, sendo que com o tubo de 170mm de diâmetro a carga máxima se poderá situar para além dos 3.000 kN.

Para compensar esforços horizontais ou de corte, as estacas poderão ser cravadas com inclinações até 30 graus.

Sendo a liga metálica das estacas o ferro de fundição dúctil, a taxa de corrosão é muito inferior a outras estacas metálicas. A norma alemã indica taxas de 1.8mm em 100 anos.

Na cabeça das estacas e para garantir a adequada transmissão de carga usualmente são aplicadas chapas metálicas que muitas vezes são aplicadas com um varão para suporte provisório da mesa até à cura do microbetão.



Fig. 7 - Cabeça da estaca

Acontece com alguma frequência a necessidade de reposição de pavimentos por abatimentos cuja causa mais provável serão deficientes compactações em zonas pontuais. As intervenções de reparação deste tipo têm um impacto significativo não só porque usualmente afetam a utilização da construção como obrigam à mobilização de recursos com custos avultados. A AOC criou recentemente uma equipa designada para este tipo de trabalho que permitirá uma especialização com vista à redução de não conformidades.

► Onde se aplicam estacas cravadas?

A solução de estacas cravadas pode ser aplicada sempre que os terrenos se apresentam pouco resistentes e deformáveis nas mais variadas áreas da construção:

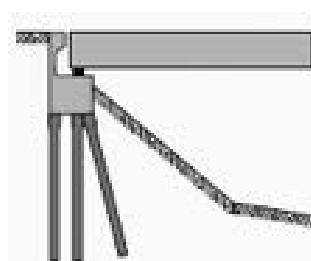
Fundação de edifícios



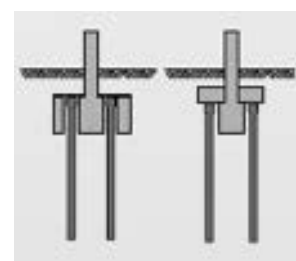
Fundação de armazéns industriais



Fundação de pontes



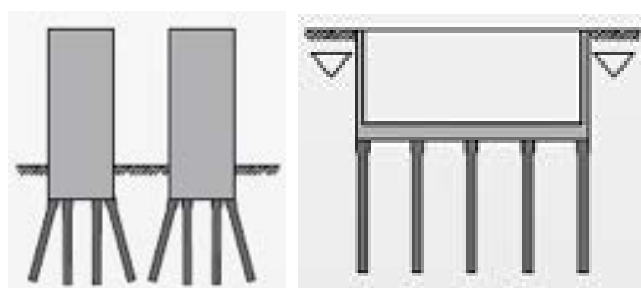
Reforço de estruturas



Contenção e estabilização de taludes



Contenção e estabilização de taludes



► Como se executam?

As estacas são cravadas com recurso a um martelo hidráulico de alta frequência acoplado a um equipamento de perfuração ou a uma escavadora giratória.

Os martelos a utilizar e os equipamentos associados são função do diâmetro dos tubos que na cravação das estacas vão sendo adicionados até ser atingida a reação pretendida (nega) ou até ser atingida a profundidade indicada em projeto.



Fig. 8 - Cravação de estacas - LIDL Aveiro

► Porque escolher estacas cravadas?

Eis os motivos porque as estacas cravadas se encontram hoje na “pole position” das soluções de fundações indiretas:

• RAPIDEZ DE EXECUÇÃO

Esta tecnologia permite atingir rendimentos diários superiores a 300 metros.

Isto equivale a dizer que as fundações de uma moradia poderão ser executadas em 1 ou 2 dias e as fundações de um edifício de porte médio, armazém ou hipermercado poderão ser efetuadas em menos de uma semana.

• STOCK CONSTANTE E DESPERDÍCIO ZERO

Existe sempre stock dos tubos em aço dúctil e o sistema de cravação permite o aproveitamento total dos tubos uma vez que atingida a cota ou o comprimento previsto em projeto, o tubo é cortado à cota prevista e o restante é de imediato utilizado na cravação da estaca seguinte. Isto representa uma vantagem em relação por exemplo a estacas cravadas de betão que obrigam ao fabrico das estacas e ao saneamento da cabeça das estacas que nem sempre ficam exatamente à cota prevista em projeto devido às variações da resistência do terreno.

• LOGÍSTICA MÍNIMA

A execução das estacas cravadas pode ser efetuada com recurso a uma giratória com um martelo acoplado e uma bomba de betão para a injeção ou preenchimento do interior dos tubos.

É por isso uma solução adequada a espaços exíguos.

Não necessita de gruas nem outros meios de apoio.

E não necessita de uma montagem ou preparação do equipamento.

O equipamento começa a cravar as estacas assim que chega à obra.

Por outro lado, não existe extração do terreno e por isso não há necessidade do seu transporte a vazadouro.

• VIBRAÇÃO

A execução das estacas cravadas não induz vibrações nas estruturas vizinhas podendo ser cravadas a 40 / 50 cm das mesmas.

Isto representa uma vantagem em relação a estacas moldadas tradicionais, estacas cravadas de betão, jet grouting ou outras soluções que induzem vibrações elevadas nos terrenos

• AMBIENTE

As estacas dúcteis são feitas 100% de material reciclável!!!

A mistura de metais utilizada no ferro fundido consiste exclusivamente em aproveitamento de materiais reciclados!



Fig. 9 - Cravação de estacas junto a um muro

Por sua vez, o desperdício de material resultante do corte da estaca é quase nulo e não poluente, pois pode ser reciclado na sua totalidade!

Em solos contaminados, a solução de estacas cravadas é decerto a de menor custo e maior perturbação ambiental, pois evita a necessidade de remoção de solos contaminados, seu tratamento e depósito de lamas contaminadas em aterros. ■

Em conclusão, é uma solução rápida, económica, segura e amiga do ambiente!!!

I Engº Tiago Gomes da Geosol | Engenheiro Civil