

SETENAVE - ESTALEIROS NAVAIS DE SETÚBAL - ESTACAS DE AN- CORAGEM NAS DOCAS 21 E 22*

1 - Tecnologia de execução das estacas e controle

1.1 - O Projecto Setenave previa a execução de cerca de 6.500 estacas, a executar em areias, para ancoragem das lajes de fundo das docas 21 e 22.

1.2 - As estacas deveriam penetrar obrigatoriamente cerca de 12 metros no terreno, ter o diâmetro de 52 centímetros, ser capazes de uma carga de serviço à compressão, de 130 toneladas e à tracção, de 85 toneladas e ainda oferecer adequada garantia contra a agressividade do meio.

O processo tecnológico a escolher deveria, assim:

- possibilitar muito elevadas energias de cravação e arranque do tubo, impostas pelas características do terreno, agravadas pelo efeito de proximidade;
- garantir amarração de extremidade ao terreno, através de bolbo;
- permitir excepcional aderência ao terreno, conduzindo a deformações mínimas mesmo para elevadas solicitações de serviço;
- finalmente, garantir alta compacidade do betão da estaca.

1.3 - A informação existente sobre as características das areias mostrou boa compacidade variando a resistência de ponta R_p no ensaio de penetração estática Gouda entre 50 kg/cm^2 e 250 kg/cm^2 para profundidades de 1,0 a 12,0 metros, na zona das estacas piloto, e entre 120 kg/cm^2 e 250 kg/cm^2 , no fundo das docas.

Nos desenhos n.ºs 15.316, 15.317, 15.319 e 15.320 mostram-se os diagramas dos ensaios Gouda realizados no local das estacas piloto e no desenho n.º 16.484, a média dos ensaios realizados no fundo das docas antes e após a execução das estacas; a localização vai indicada no desenho n.º 16.192.

* Trabalho executado pela Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Lda. - Lisboa
GEOTECNIA 13

1.4 – Estudadas as tecnologias de execução de estacas, disponíveis, e a sua adaptabilidade à resolução das severas condições exigidas, foram propostas e executadas estacas piloto para aferição da eficiência da tecnologia escolhida – VIBRO BSP.

O esquema tecnológico de execução consta essencialmente de (V. desenho n.º 14.906):

Fase 1 – Cravação do tubo molde, obturado, até à profundidade prevista no projecto.

Fase 2 – Colocação da armadura.

Fase 3 – Enchimento de betão até à boca da coluna.

Fase 4 – Extracção parcial da coluna e reenchimento com betão.

Fase 5 – Recrava da coluna obturada na cabeça; repetição das operações 4 e 5.

Fase 6 – Arranque total da coluna com apiloamento – aspecto essencial da tecnologia BSP.

1.5 – Esta tecnologia permitiu obter:

- Alargamento da extremidade da estaca passando, em média, de 52 centímetros (diâmetro do fuste) para 65 centímetros (diâmetro do bolbo).
- Betão altamente compactado, especialmente útil do ponto de vista da protecção contra a agressividade do meio.

1.6 – Os resultados dos ensaios a solicitações verticais (estacas piloto e estacas no fundo da doca) e horizontais (estacas piloto), foram altamente satisfatórios (V. desenhos n.ºs 16.421, 16.820 e 16.499).

Estes resultados mostraram muito baixa plasticidade do sistema estaca/terreno, com comportamento predominantemente elástico, e deformações médias de:

3,5 milímetros para tracção de 85 toneladas;

1,0 milímetro para compressão de 130 toneladas;

6,5 milímetros para solicitação horizontal de $165/3 = 55$ toneladas.

1.7 – As estacas foram ensaiadas com dispositivos de carga e de controle adequados (V. fotografias n.ºs 1 e 2) e segundo Programa acordado com a Fiscalização, constando de número conveniente de ciclos de tracção e compressão até 1,5 e 2,0 vezes as cargas de serviço.

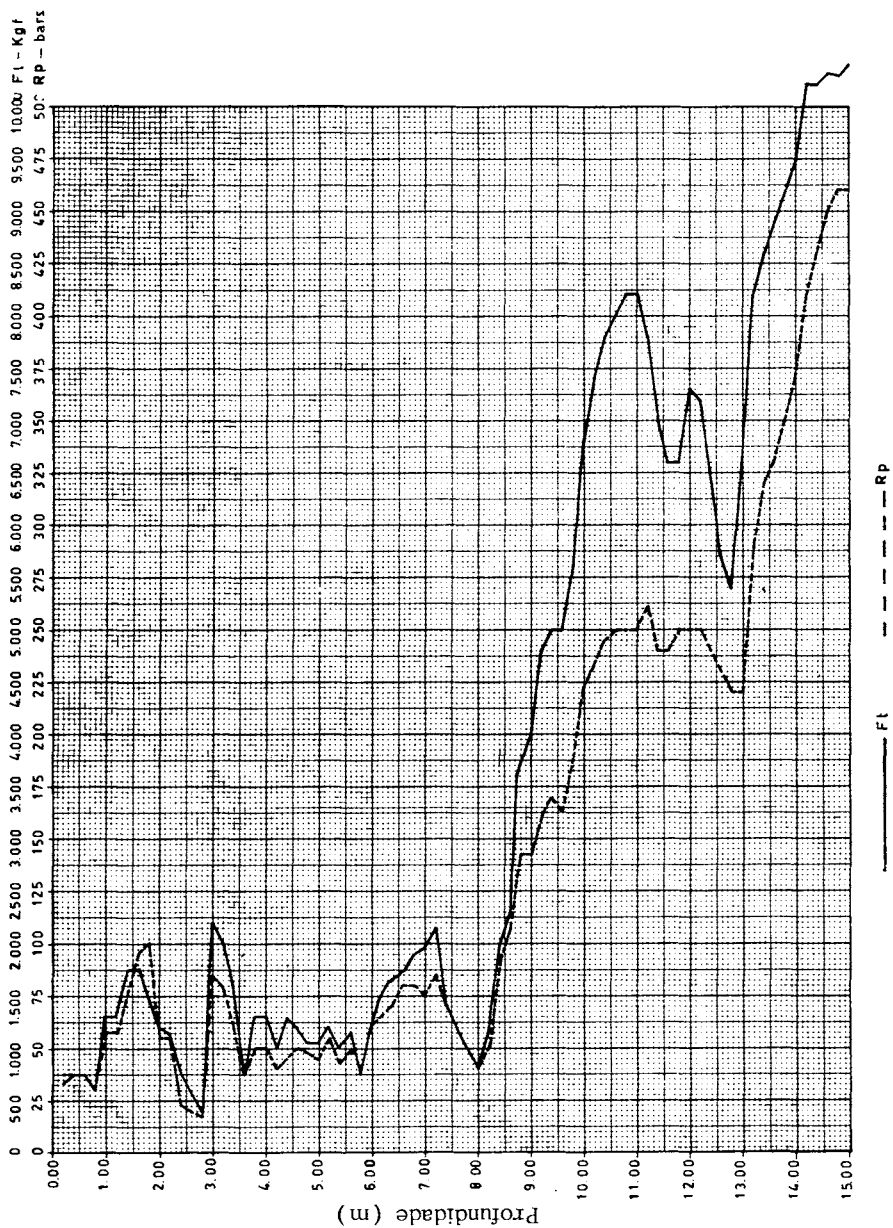
2 – Execução

2.1 – A cravação dos tubos molde mostrou variação de dificuldade ao longo da obra, com negas oscilando entre 200 e 1.000 pancadas por metro, parecendo confirmar a conhecida influência da granulometria da areia na energia necessária à cravação, para terrenos de igual resistência de ponta R_p .

2.2 – Dada a grande densidade da quadrícula das estacas, foi observado um empolamento médio do terreno da ordem dos 6,0 centímetros.

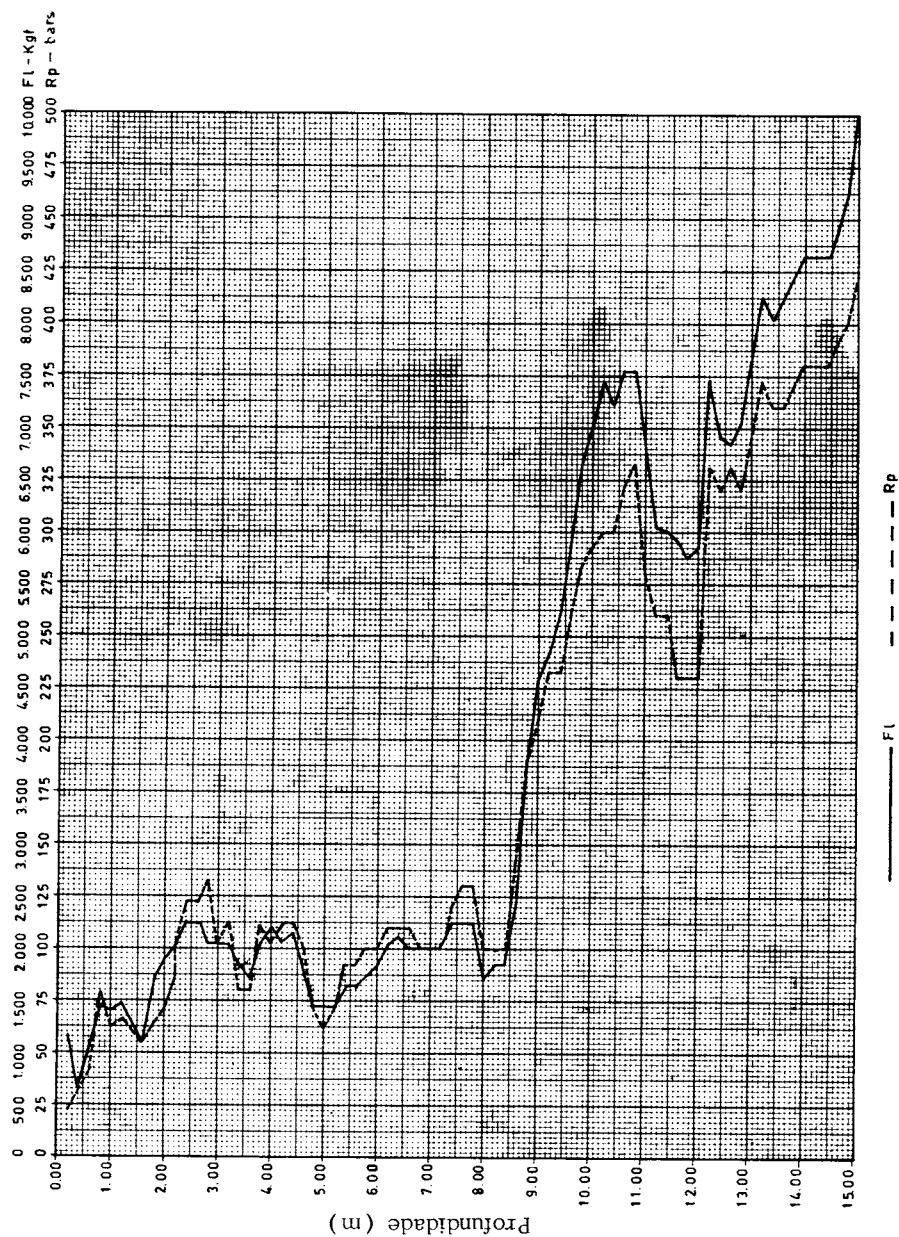
2.3 – Estudaram-se e prepararam-se dispositivos adequados para reduzir as previsíveis grandes dificuldades de cravação e, principalmente, arranque-Vibro-extracção, alívio de excesso de compressão com perfuração prévia e a injeção de água; destes dispositivos só o último chegou a ter alguma aplicação e apenas quando as dificuldades de extracção provocaram atrasos que colocavam em risco a estaca por presa do betão.

2.4 – O prazo de execução do trabalho de nove meses, inteiramente cumprido, implicou a necessidade de utilização de quatro equipamentos (V. fotografias n.ºs 3, 4, 5 e 6).



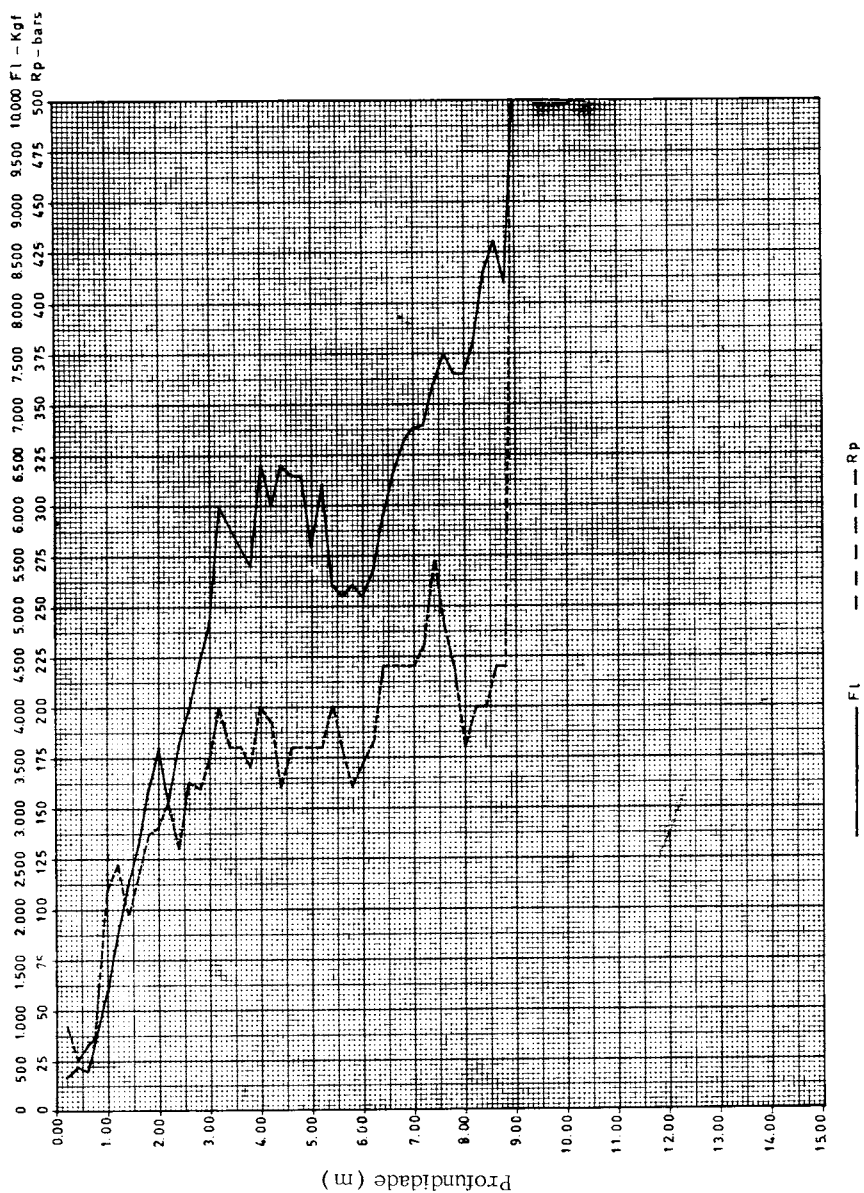
ENSAIO ESTÁTICO COM PENETRÔMETRO GOUDA

Local de ensaio SGI

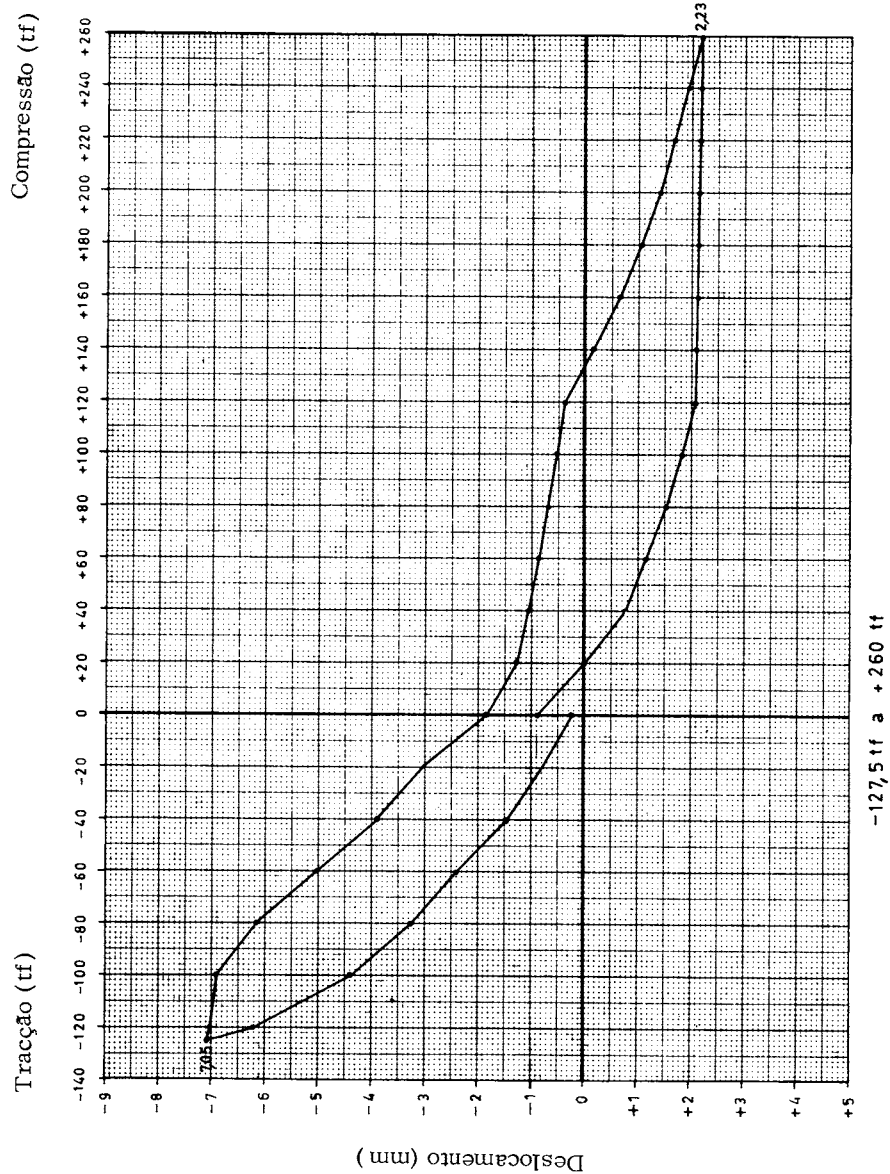


ENSAIO ESTÁTICO COM PENETRÓMETRO GOUDA

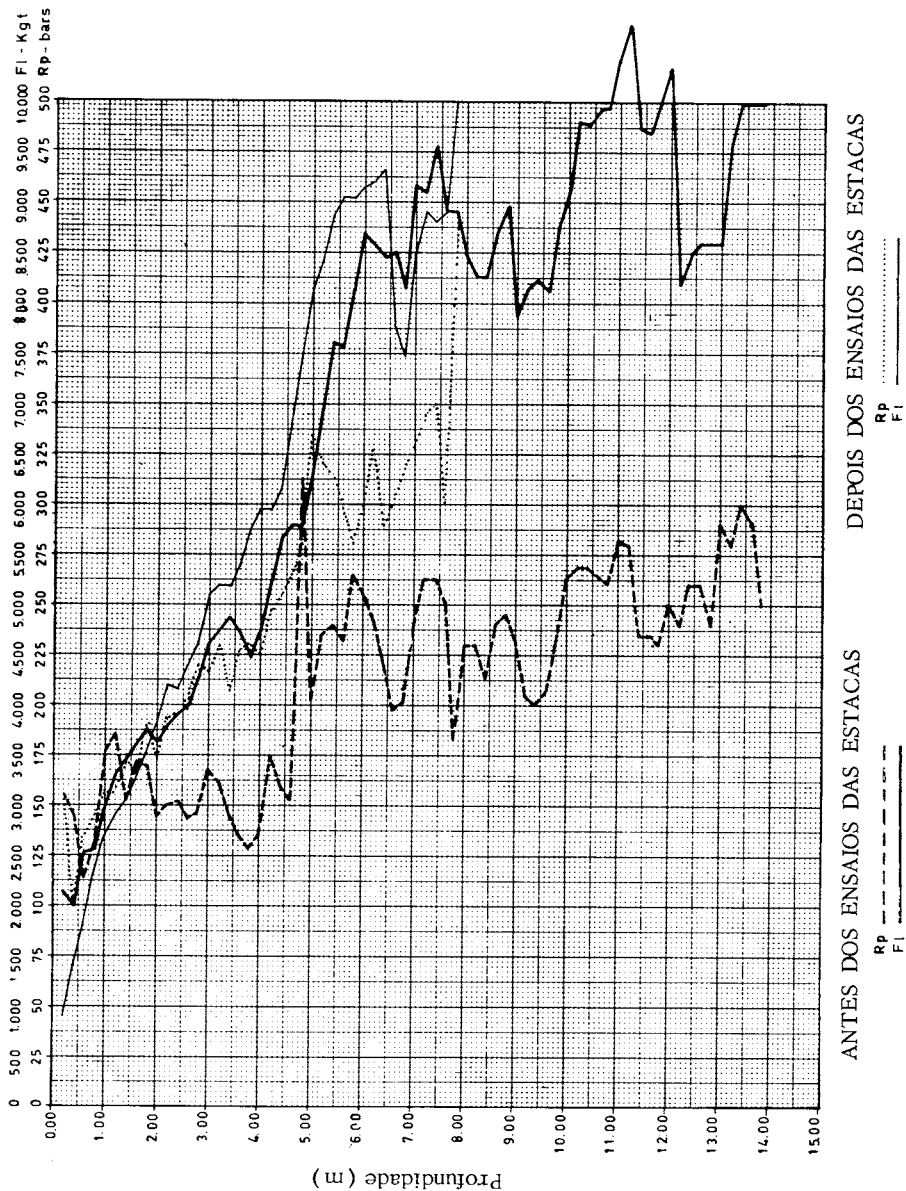
Local de ensaio SG2



ENSAIO ESTÁTICO COM PENETRÔMETRO GOUDA
 REALIZADO DEPOIS DO ENSAIO DAS ESTACAS
 Local de ensaio SG5



ENSAIO DE CARGA
ESTACA Nº 257
CARGAS MÁXIMAS
CICLO Nº 1



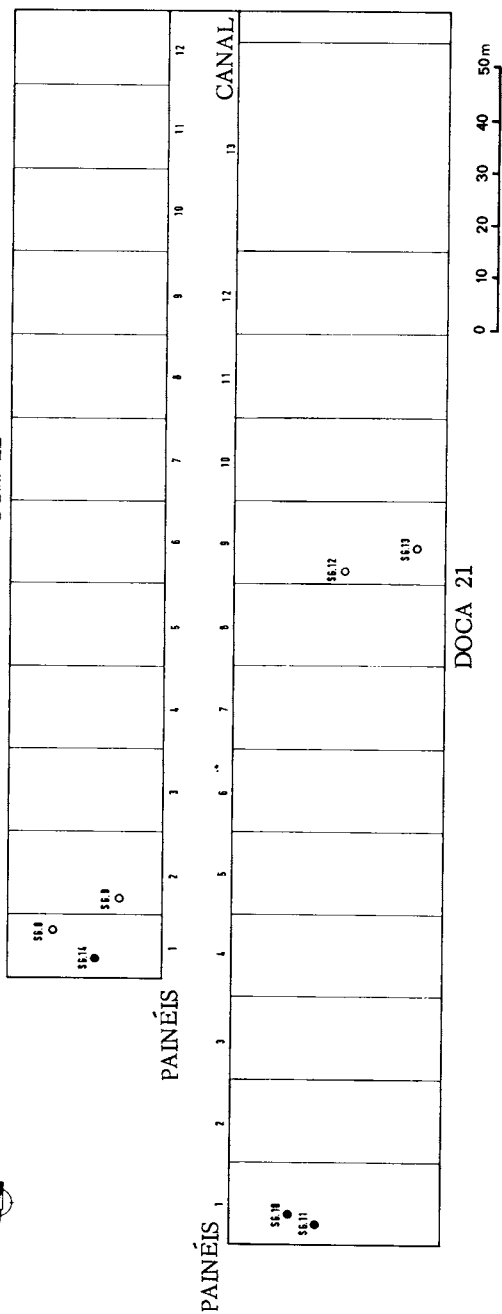
ENSAIO ESTÁTICO COM PENETRÔMETRO GOUDA

RESISTÊNCIA MÉDIA R_p e F_1

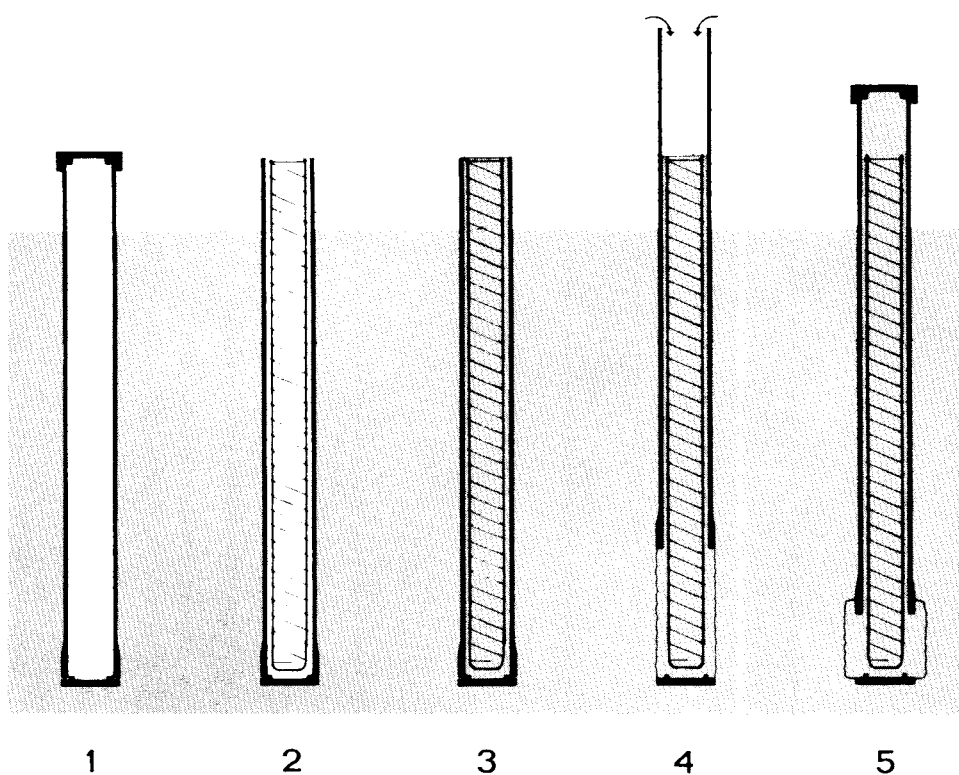
ENSAIOS Nº 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14



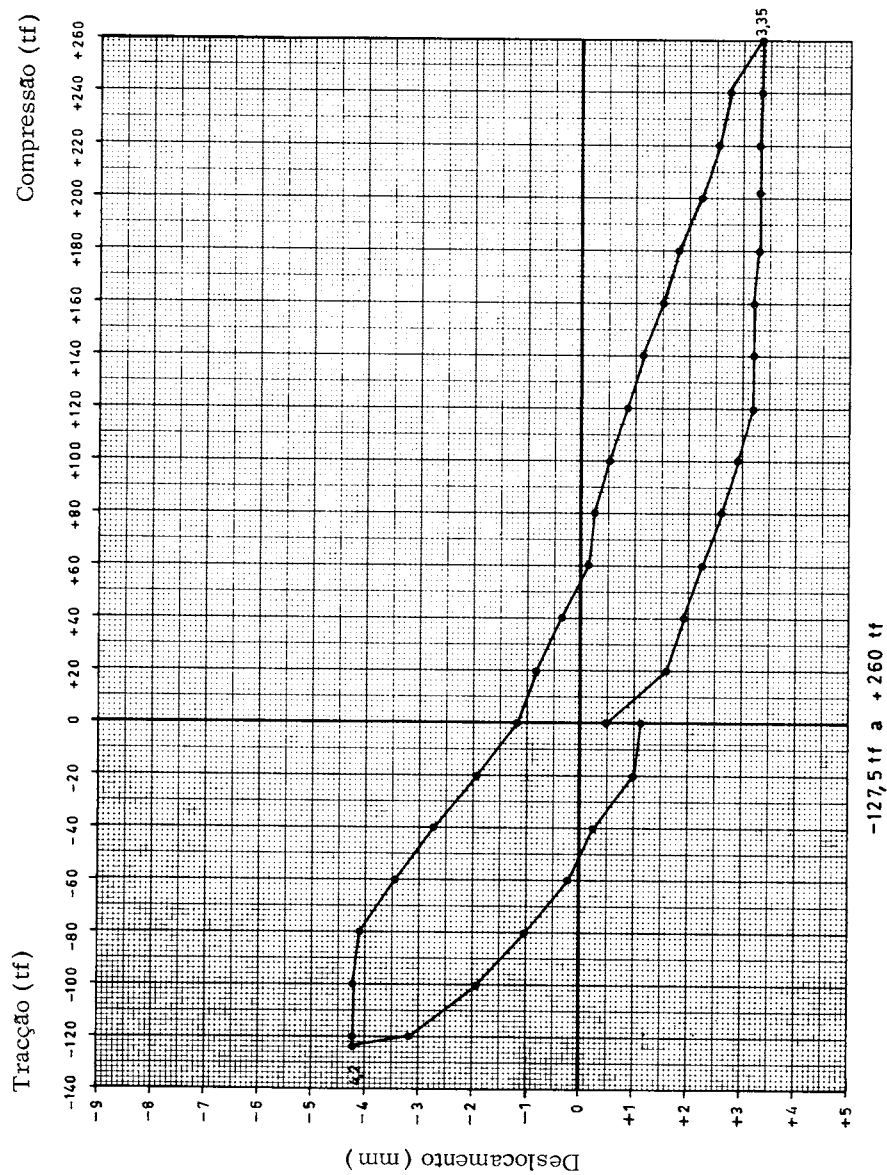
DOCA 22



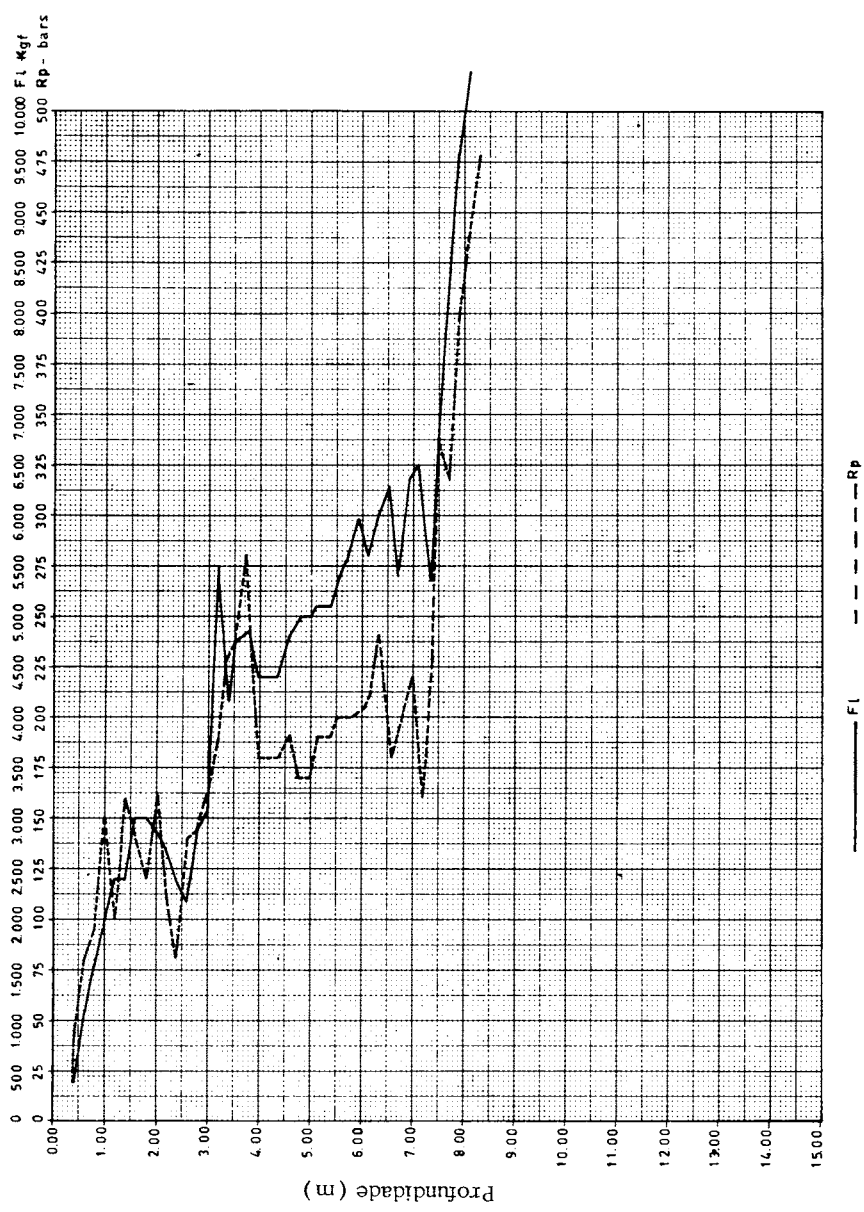
- Antes dos ensaios das estacas
- Depois dos ensaios das estacas



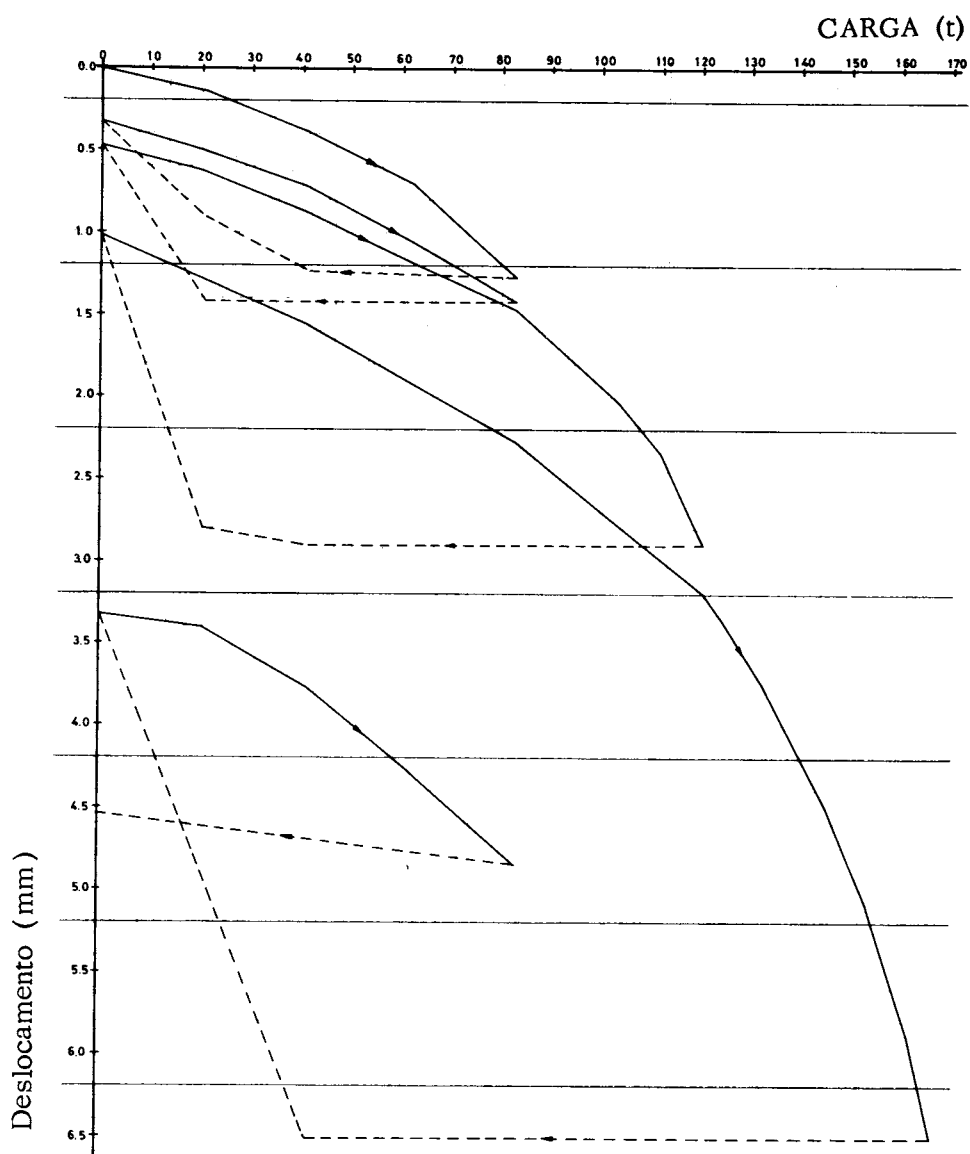
ESTACA TIPO VIBRO BSP
SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO



ENSAIO DE CARGA
ESTACA Nº 43
CARGAS MÁXIMAS
CICLO Nº 1



ENSAIO ESTÁTICO COM PENETRÔMETRO GOUDA
 REALIZADO DEPOIS DO ENSAIO DA ESTACA
 Local de ensaio SG6



ENSAIO DE CARGA HORIZONTAL

ESTACAS Nºs 41, 42 e 43

