TÍTULO

ÍNDICE PENETROMÉTRICO COM O CONE DE PENETRAÇÃO DINÂMICA (DCP)

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Ensaio. Índice Penetrométrico. DCP.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 3
2 ESCOPO 3
3 DEFINIÇÕES 3
3.1 DCP 3
4 APARELHAGEM E MATERIAL 4
4.1 Aparelhagem 4
5 PROCEDIMENTO DE ENSAIO 4
6 CÁLCULOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 5
ANEXO A – DETALHES DO EQUIPAMENTO 7

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

1 OBJETIVO

Este método, que é uma norma técnica, apresenta os procedimentos para realização do ensaio com cone de penetração dinâmica (DCP) aplicado em camadas de solos nas condições: naturais e compactados, para obtenção do índice penetrométrico, correspondente a relação entre a penetração em mm e o número de golpes aplicados.

2 ESCOPO

Este método de ensaio de campo prescreve o procedimento de cravação dinâmica de uma haste metálica munida de um cone com ângulo de 60º em sua extremidade inferior que penetra o solo com a aplicação de golpes de um martelo de massa de 8 kg e a relação entre a penetração e o número de golpes necessários, indica a taxa de penetração DCP. Essa taxa pode ser relacionada ao valor de CBR (California Bearing Ratio) situ estimado, além da massa específica aparente estimada do solo. Para a obtenção desses dois parâmetros é necessário a execução de uma correação prévia para o material a ser avaliado. O DCP descrito neste método de ensaio é, normalmente, usado para aplicações em camadas de solo de pavimentos.

Este método não pretende abordar todos as recomendações de segurança associadas ao seu uso. É de responsabilidade do usuário desta norma estabelecer práticas de segurança e saúde adequadas e determinar a aplicabilidade das limitações regulamentares antes do uso.

3 DEFINIÇÕES

3.1 DCP

Relação entre o número de golpes aplicados e a penetração, em mm, da haste do cone de penetração dinâmica correspondente, conforme equação 1:

$$ICP = \frac{P_i}{N_i} \qquad (1)$$

Onde: DCP = índice do cone de penetração dinâmica (mm/golpes)

Pi = penetração (mm)

Ni = número de golpes aplicados correspondentes a penetração Pi (n)

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

4 APARELHAGEM E MATERIAL

4.1 Aparelhagem

O Cone de Penetração Dinâmica – DCP (Figura 1), consiste em uma estrutura metálica munida de duas hastes de 16 mm de diâmetro, sendo a haste inferior com comprimento de 1000 mm rosqueada à sua extremidade um cone com ângulo de 60º de aço temperado ou material similar resistente ao desgaste e diâmetro de 20 mm (Figura 2). Pode-se utilizar ponteiras descartáveis acopladas à haste, nesse caso, após o ensaio a ponteira permanece no interior da camada com a remoção da haste (Figura 3).

A haste superior é rosqueada à haste inferior com uma luva metálica de 50 mm de diâmetro e 50 mm de altura, denominada de bigorna e tem na sua extremidade oposta (superior) acoplada uma manopla com uma saliência denominada de batente superior.

O comprimento da haste superior deve ser suficiente para permitir uma altura de queda livre de 575 mm de um soquete de massa de 8,0 kg.

Fixada à bigorna uma guia para uma régua metálica com escala milimétrica com comprimento de 1000 mm e na outra extremidade da régua uma base circular de 50 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, que durante a execução do ensaio deverá permanecer em contato com o solo. Um anel com diâmetro de 18 mm para permitir a passagem da haste inferior é fixado à base circular através de uma extensão metálica. A guia superior e o anel inferior devem permitir que a régua se desloque verticalmente paralela à haste inferior.

5 PROCEDIMENTO DE ENSAIO

O operador deve posicionar verticalmente o DCP sobre o local a ser ensaiado, segurando a manopla com uma das mãos. Deslizar a régua e acomodá-la sobre a superfície da camada registrando, na folha de ensaio, a leitura zero (inicial) em mm, utilizando a parte superior da guia da régua como referência para as leituras.

Mantendo o cone de penetração dinâmica na vertical, erguer o soquete até encostar no batente superior e deixá-lo cair em queda livre sobre a bigorna. Um segundo operador deverá efetuar a leitura e registrar na folha de ensaio a extensão penetrada pelo cone em mm e número de golpes aplicado.

Pode-se aplicar uma sequência de golpes e registrar a extensão penetrada. O número de golpes aplicado é função da rigidez da camada penetrada. Caso tenha uma extensão penetrada maior que 50 mm por golpe, é recomendado que o registro ocorra a cada golpe. Se a extensão penetrada é inferior a 10 mm por golpe, pode-se aplicar sequências de 5 a 10 golpes por registro. Registra-se que, devido a variabilidade da resistência do solo a diferentes profundidades, é comum a aplicação de sequências diferentes para um mesmo local ensaiado.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

Interromper o ensaio quando: (i) atingir a cota pré-estabelecida, (ii) atingir a profundidade de aproximadamente 900 mm ou (iii) não ocorrer a penetração maior que 10 mm com aplicação de 5 golpes sucessivos. A ocorrência dessa última condição pode estar associada a presença de agregados ou algum material no interior da camada impedindo a penetração do cone. É recomendado nesses casos, a realização de um novo teste a uma distância de cerca de 20 cm em qualquer direção do furo não penetrado. Mantendo a não penetração, mover o equipamento mais uma vez, respeitando a mesma distância anterior. Se novamente não ocorrer a penetração, deve-se registrar na folha de ensaio como impenetrável ao DCP.

Remove-se a haste penetrada na camada aplicando-se golpes do soquete contra o batente superior. Pode-se utilizar uma alavanca para a remoção da haste penetrada conforme apresentado na Figura 4.

6 CÁLCULOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O resultado do ensaio de DCP pode ser apresentado em forma de planilha (Tabela 1) com os dados de ensaio de campo e o índice DCP.

Tabela 1 – Dados de ensaio de campo e determinação do índice de DCP

Número de golpes acumulado	Penetração acumulada (mm)	Número de golpes entre leituras	Penetração entre leituras (mm)	Índice DCP (ICP) (mm/golpes)
0	37	0	-o-	-o-
3	150	3	113	38
5	223	2	73	37
10	325	5	102	20
15	405	5	80	16
20	478	5	73	15
25	530	5	52	10
28	560	3	30	10
32	601	4	41	10
35	630	3	29	10
40	670	5	40	8

Apresentação adicional do resultado é em forma de gráfico (Figura 2). Nesse caso, os pontos que se posicionam alinhados, traça-se um segmento de reta e determina-se o **DCP** para esse segmento.

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

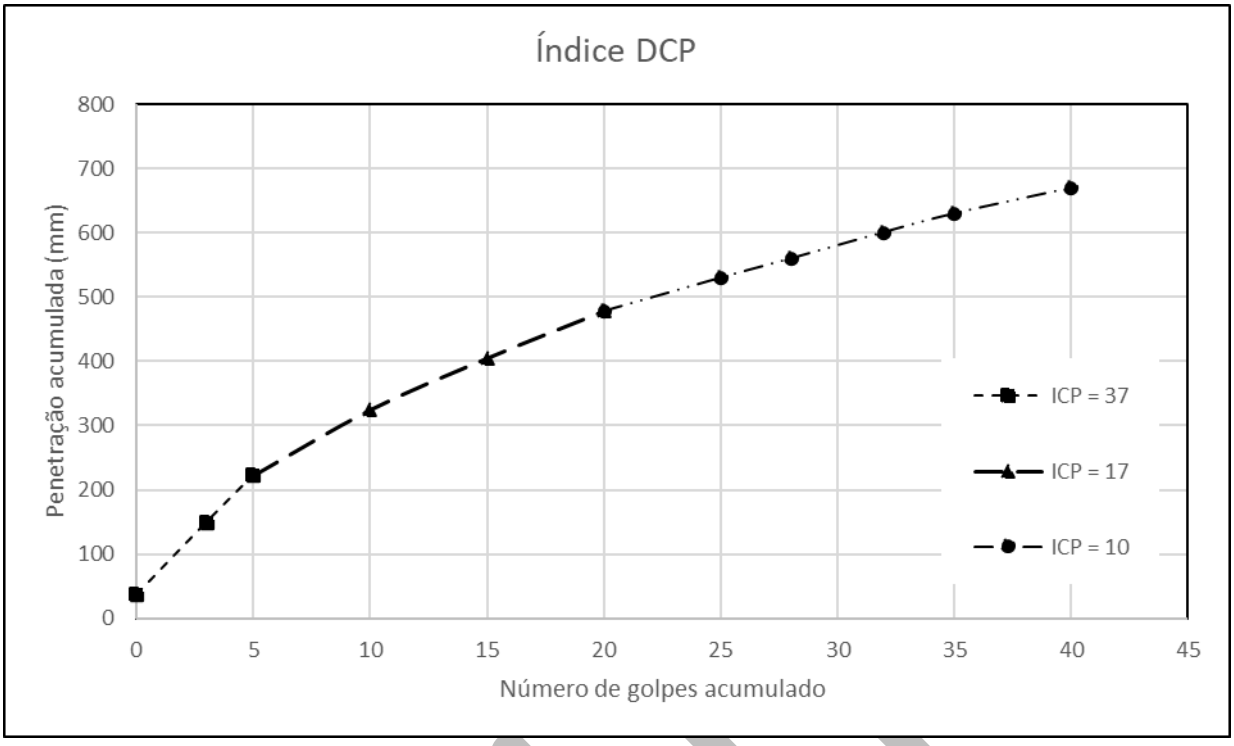


Figura 1 – Gráfico dos segmentos correspondentes ao mesmo índice de DCP

MINUTA

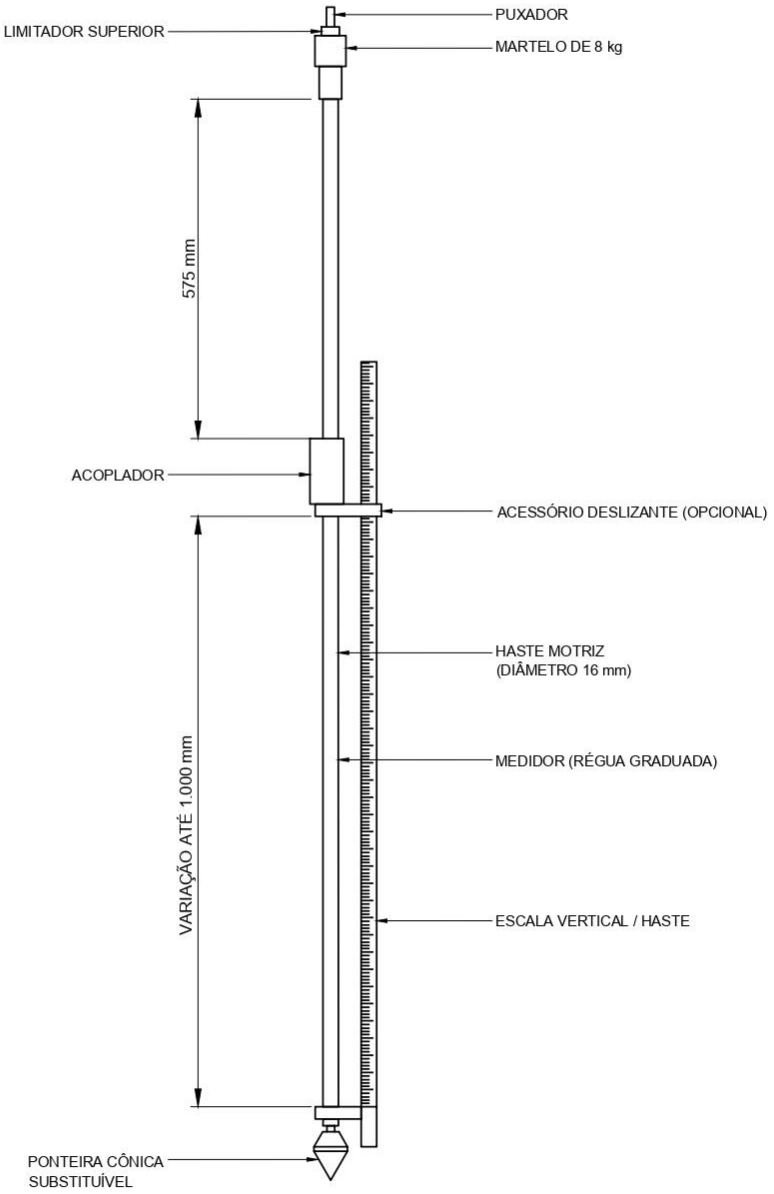
Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO A – DETALHES DO EQUIPAMENTO

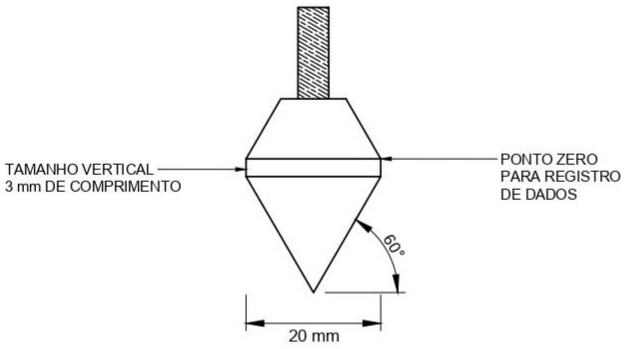
Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

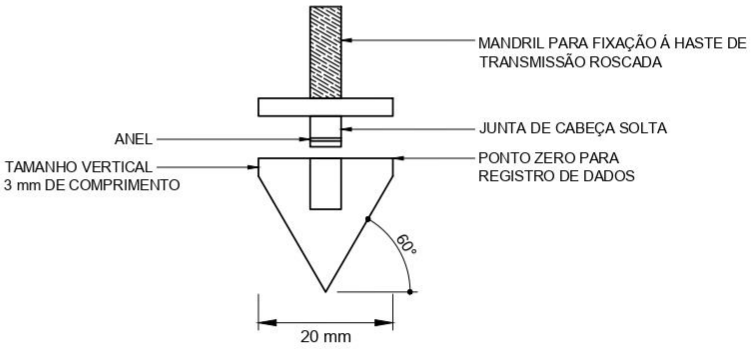
ANEXO A-1 - CONE DE PENETRAÇÃO DINÂMICA



Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

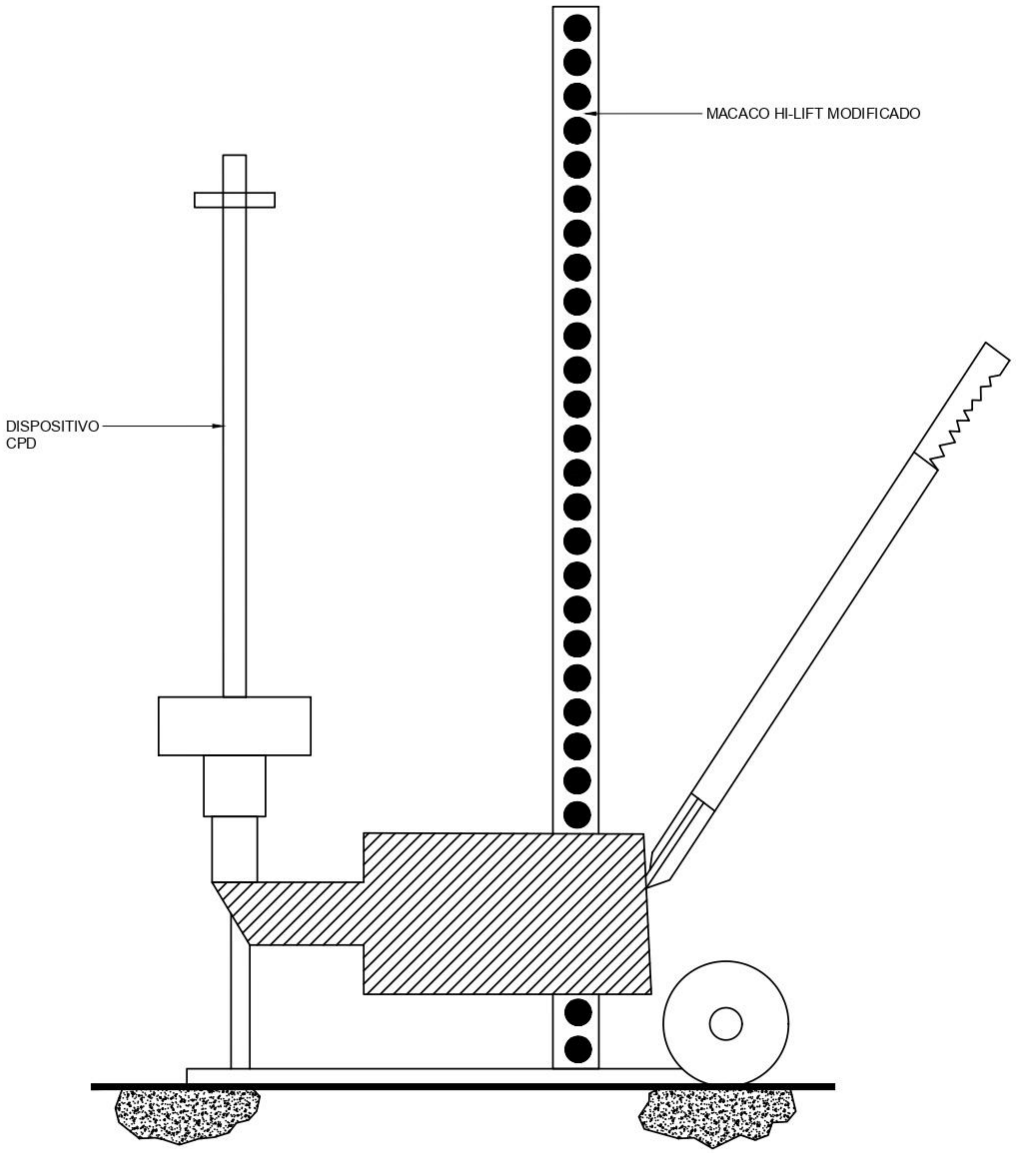
ANEXO A-2 - PONTEIRA CÔNICA SUBSTITUÍVEL





Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

ANEXO A-3 - ALAVANCA PARA REMOÇÃO DA HASTE



Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.