

Nº 1.4.23

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Compactação – Próctor Normal Sem Reuso

Objetivo/Resumo: Determinar o teor de umidade dos solos.

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO SEM REUSO

1. Objetivo

- Determinação da curva de compactação, do teor de umidade de compactação ($h_{ótima}$) e da densidade seca máxima (γ_{Smax}), dada pela relação entre teor de umidade e a massa específica aparente seca de solos quando compactados.
- Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas com secagem prévia até a umidade higroscópica.
- Uma compactação eficiente torna possível aumentar substancialmente a capacidade de carga e estabilidade do aterro, melhorar a impermeabilidade e reduzir recalques.

2. Introdução

- Ao ser realizada a compactação de um solo, sob diferentes condições de umidade e para uma determinada energia de compactação, obtém-se uma curva de variação das massas específicas secas (γ_s) em função do teor de umidade (h).
- Esta curva é chamada de curva de compactação, representada em gráfico cartesiano, os teores de umidade em abscissas e as correspondentes densidades de solo seco em ordenadas. (**Fig.1**).
- Inicialmente, a massa específica seca cresce com o aumento do teor de umidade até atingir um máximo e depois começa a decrescer para valores, ainda crescentes do teor de umidade.
- A ordenada do ponto correspondente ao pico da curva será a massa específica seca máxima que este solo poderá atingir, para a energia de compactação utilizada e precisando para isto de um teor de umidade igual a abscissa deste ponto.
- Estes valores só poderão ser alterados, variando-se a energia aplicada.
- A coordenada do pico da curva será o par de ordenadas teor de umidade ótima ($h_{ótima}$) e massa específica aparente seca máxima (γ_{Smax}).

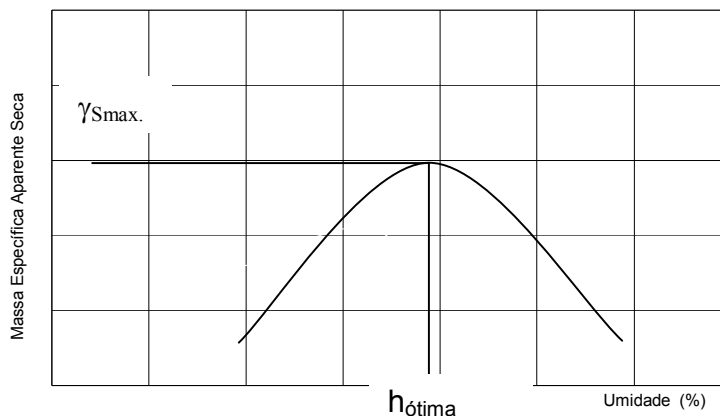
Nº 1.4.23

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Compactação – Próctor Normal Sem Reuso



Graf.1. Curva de compactação

3. Aparelhagem

A aparelhagem necessária para a execução do ensaio:

- Balanças que permitam pesar nominalmente 10 kg e 200 g, com resolução de 1g e 0,01 g, respectivamente e sensibilidades compatíveis;
- Peneiras de 19 e 4,8 mm, de acordo com a NBR5734;
- Estufa capaz de manter a temperatura entre 105°C e 110°C;
- Cápsulas metálicas, com tampa, para determinação de umidade;
- Bandejas metálicas de 75 cm x 50 cm x 5 cm;
- Régua de aço biselada com comprimento de 30 cm;
- Espátulas de lâmina flexível;
- Cilindro metálico pequeno (cilindro de Próctor), compreende o molde cilíndrico, sua base e cilindro complementar de mesmo diâmetro (colarinho), com dimensões respeitadas conforme NBR 7182;
- Cilindro metálico grande (cilindro de CBR), compreende o molde cilíndrico, sua base e cilindro complementar de mesmo diâmetro (colarinho), com dimensões respeitadas conforme NBR 7182;
- Soquete pequeno, consiste em soquete metálico com massa de (2.500 +/- 2) g dotado de dispositivo de controle de altura de queda (guia), de (305 +/- 2)mm;
- Soquete metálico grande, consiste em soquete metálico com massa de (4.536 +/- 10) g dotado de dispositivo de controle de altura de queda (guia), de (457 +/- 2)mm;
- Proveta de vidro com capacidade de 1000 cm³, 200 cm³ e 1 cm³, respectivamente;
- Desempenadeira de madeira com 13 cm x 25 cm;
- Extrator de corpo de prova;
- Conchas metálicas;

Data:18/11/2010

2/6

Nº 1.4.23

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Compactação – Próctor Normal Sem Reuso

- p. Base rígida, preferencialmente de concreto, com massa superior a 100 kg;
- q. Papel filtro com diâmetro igual ao molde empregado (cilindro).

4. Energia de compactação

- As energias de compactação especificadas na NBR 7182 são: normal, intermediária e modificada.
- Na tabela a seguir segue as características para cada energia:

Tabela - Energia de compactação

Cilindro	Características da energia de compactação	Energias		
		Normal	Intermediária	Modificada
Pequeno	Soquete	Pequeno	Grande	Grande
	Número de camadas	3	3	5
	Número de golpes por camada	26	21	27
Grande	Soquete	Grande	Grande	Grande
	Número de camadas	5	5	5
	Número de golpes por camada	12	26	55
	Altura do disco espaçador (mm)	63,5	63,5	63,5

5. Procedimento do ensaio sem reuso

- Tomar a amostra preparada conforme NBR 6457 (ProcedimentoDynamis1.4.45) e dividi-la em cinco porções iguais.
- Fixar o molde cilíndrico, à sua base, acoplar colarinho e apoiar o conjunto em base rígida.
- Caso se utilize o cilindro grande, colocar o disco espaçador.
- Colocar o papel filtro com o mesmo diâmetro do cilindro, para evitar aderência de solo na base ou no disco espaçador.
- Na bandeja metálica colocar uma das quantidades de solos conforme cilindro e energia de compactação solicitada e com a proveta, adicionar a água destilada, gradativamente e revolvendo continuamente o material, até se obter um teor de umidade em torno de 5% abaixo da umidade ótima presumível.
- Após a completa homogeneização do material, proceder à compactação, atendendo ao soquete, número de camadas e número de golpes por camada correspondente à energia de compactação, como especificado na Tabela de Energia de Compactação.

Data:18/11/2010

3/6

Nº 1.4.23

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaios

Nome: Compactação – Próctor Normal Sem Reuso

- Os golpes do soquete devem ser aplicados perpendicularmente e distribuídos uniformemente sobre a superfície de cada camada, sendo que as alturas das camadas compactadas resultem espessuras similares.
- A compactação de cada camada deve ser precedida de uma escarificação da camada subjacente.
- Após a compactação da última camada, retirar o colarinho após escarificar o material em contato com a parede do mesmo, com auxílio da espátula.
- Deve haver um excesso de, no máximo, 10 mm de solo compactado acima do molde, que deve ser removido e rasado com o auxílio da régua biselada.
- Feito isso, remover o molde cilíndrico de sua base, rasar o outro lado no caso do cilindro pequeno e pesar com resolução de 1g.
- Por subtração do peso do molde cilíndrico, obter o peso úmido do solo compactado, (Ph) e anotado na planilha de ensaio.
- Com o auxílio do extrator de amostra, retirar o corpo de prova do molde, parti-lo ao meio e do centro retirar amostras para a determinação da umidade (h).
- Caso o corpo de prova for utilizado para outros ensaios como CBR, compressão simples, permeabilidade a determinação da umidade (h) deverá ser retiradas logo após a compactação da segunda camada.
- As determinações das umidades deverão proceder conforme NBR 6457 (ProcedimentoDínamis1.4.16).
- Desprezar o restante da amostra ensaiada e tomar a segunda porção dando prosseguimento conforme o descrito anteriormente para a porção inicial, ressalvando-se que a segunda porção deve estar com umidade 2% superior à primeira, e assim por diante.

Exemplo:

Para uma total de 3 kg de solo, para o primeiro ponto adicionar água destilada com uma proveta até que se obtenha uma umidade de +/- 5% inferior a umidade ótima, presumida. Para o segundo ponto adicionar 60 ml de água correspondente a 2% de 3 kg, para o terceiro ponto adicionar 120 ml de água correspondente a 4% de 3 kg, assim sucessivamente.

6. Cálculos

Determinar a massa específica aparente seca, utilizando a expressão:

$$\gamma_s = \frac{Ph \times 100}{V (100 + h)}$$

Onde:

- γ_s = massa específica aparente seca, em g/cm³;
- Ph = peso úmido do solo compactado, em g;
- V = volume útil do molde cilíndrico, em cm³;
- h = teor de umidade do solo compactado, em %

Data: 18/11/2010

4/6

Nº 1.4.23

Revisão:

Módulo: 1

SubGrupo: Ensaio

Nome: Compactação – Próctor Normal Sem Reuso

7. Causas de erros

- Erros de pesagem;
- Mistura ou homogeneização incompleta;
- Destorroamento incompleto;
- Distribuição não uniforme da energia de compactação;
- Teor de umidade não representativo da amostra toda;
- Número insuficiente de pontos para definir o ponto máximo;
- Contagem dos números de golpes durante a compactação

8. Fluxograma



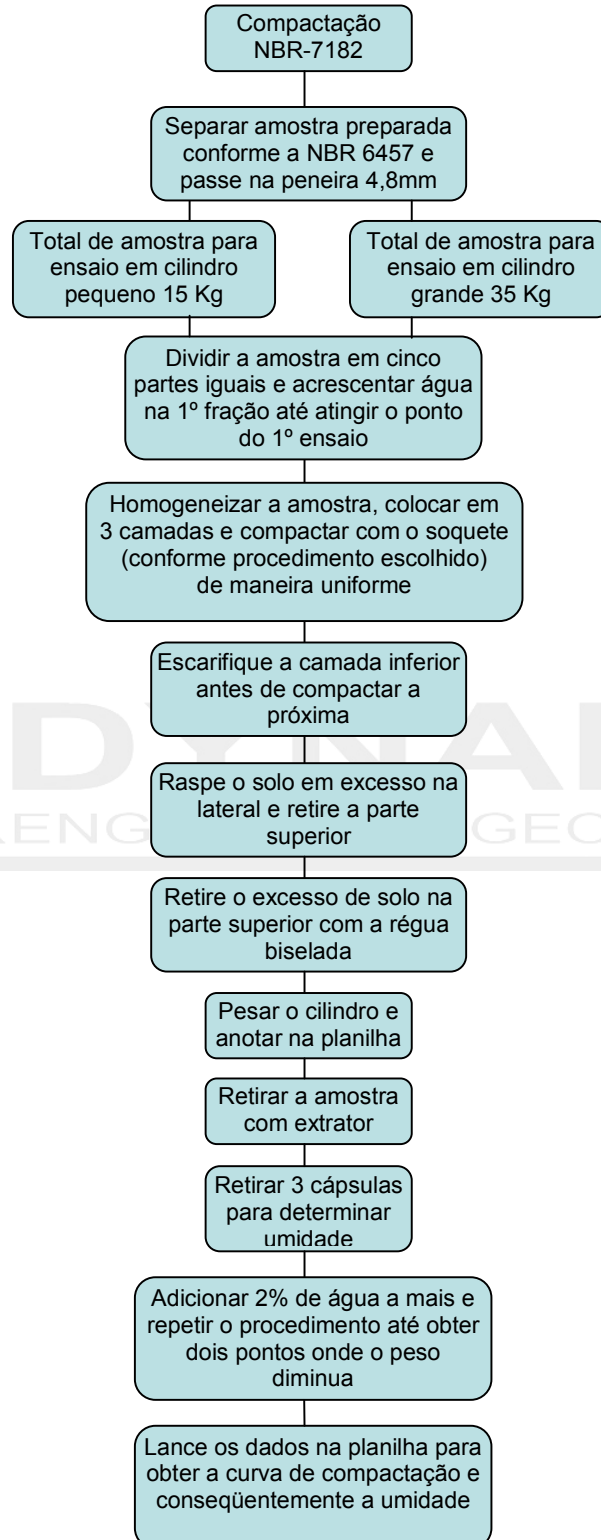
Nº 1.4.23

Módulo: 1

Nome: Compactação – Próctor Normal Sem Reuso

Revisão:

SubGrupo: Ensaio



Data: 18/11/2010

6/6