TÍTULO

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SUPORTE MINI-CBR E DA EXPANSÃO DE SOLOS COMPACTADOS COM EQUIPAMENTO MINIATURA.

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Ensaio de Solo. M-CBR. M-Proctor.

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 DEFINIÇÕES 3
3 APARELHAGEM E MATERIAL 3
4 AMOSTRA 5
5 ENSAIO 5
5.1 Condição com Imersão (I) 5
5.2 Condição Sem Imersão (S) 6
5.3 Ensaio penetrométrico de M-CBR 6
6 CÁLCULOS 7
6.1 Expansão 7
6.2 Mini – CBR 8
6.3 Relação M-CBR (I) x M-CBR (S) - RIS 8
7 RESULTADOS 9
7.1 Mini – CBR 9
7.2 Expansão 9
8 REFERÊNCIAS 9
ANEXO A – DESENHOS 10
ANEXO B – ENSAIOS 13
ANEXO B1 – ENSAIO MODELO 14
ANEXO B2 – GRÁFICOS DO ENSAIO MODELO 16
ANEXO C – FICHAS 18
ANEXO D – TABELA PARA SE OBTER O VALOR DO MINI-CBR DE FORMA SIMPLIFICADA 20

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, estabelece os processos para a determinação do índice de suporte Mini – CBR, sob várias condições, de corpos de prova compactados em laboratório de acordo com o método ME-DE-P00-001[(1)], além de permitir a determinação da expansão desses corpos de prova por imersão total em água.

2 DEFINIÇÕES

a) Índice de Suporte Mini-CBR

Número expresso em porcentagem, atribuído ao corpo de prova ensaiado nas condições padronizadas neste método. As referidas condições comportam várias alternativas, razão pela qual este índice só fica definido quando essas condições forem discriminadas de acordo com o estabelecido nas definições abaixo.

b) Mini-CBR com imersão (I) e Mini-CBR sem imersão (H)

- Mini CBR com imersão (I) é aquele obtido após submeter o corpo de prova no mínimo 20 horas de imersão total em água e
- Mini-CBR Sem Imersão (H), quando o ensaio efetuado normalmente na umidade de compactação.

c) Mini-CBR com sobrecarga (P) e Mini-CBR sem sobrecarga (S)

- Mini-CBR com sobrecarga (P) é quando a imersão é feita com uma sobrecarga padrão de 490 ± 5 g e
- Mini-CBR sem sobrecarga, quando essa sobrecarga é dispensada.

d) Mini-CBR com lâmina d'água (L) – é quando a penetração do pistão é feita com lâmina d'água de espessura da ordem de 5 cm.

Nota: Os ensaios em condições não incluídas nas definições dos itens anteriores, devem ser discriminados de maneira mais completa possível, na apresentação final dos resultados.

3 APARELHAGEM E MATERIAL

a) Suporte do molde cilíndrico para imersão dos corpos de prova (Anexo-A1), constituído de:

- base inferior perfurada;
- duas guias verticais;
- base superior com rebaixo de 60 mm de diâmetro para alojamento do molde cilíndrico e abertura de 50 mm de diâmetro e dois furos passantes para as duas guias verticais;
- Prolongamento fixado à base superior para alojamento do relógio comparador para medição da expansão;

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.

- Relógio comparador com curso de 10 mm (sensibilidade de 0,01 mm) com base para acomodação no prolongamento da base superior para medição da leitura de expansão.

b) Conjunto de peso anelar e prato perfurado com haste com massa do conjunto de 500 g ± 5 g (Anexo-A1)

e) Relógio analógico, munido de ponteiro de segundos.

f) Prensa, composta de:

- Estrutura metálica rígida em formato de um quadro, composto por uma base inferior, dois tirantes e uma base superior. Na base inferior possui um prato reforçado de 240 mm de diâmetro com deslocamentos verticais acionado por uma manivela, com possibilidade de encaixe em dois eixos de um macaco tipo coroa e pinhão. Sendo o eixo de menor velocidade, destinado ao controle da penetração de ensaio de 1,27 mm/min, já o outro eixo, quatro vezes mais rápido, utilizado para posicionamento do corpo de prova sob a haste penetração. Na base superior alojamento para fixação do anel dinamométrico (Anexo-A1). É facultado o uso de prensa com acionamento elétrico ou hidráulico para a realização do ensaio penetrométrico;

- Anel dinamométrico com capacidade para 500 kgf sensível a 0,5 kgf, constituído por: anel de aço com dimensões compatíveis com a carga, com parafuso para fixação na base superior da estrutura metálica rígida; extensômetro graduado em 0,01 mm, fixo ao centro do anel, para medir encurtamentos diametrais; pistão de penetração de aço, de características discriminadas Funil, com bocal maior de diâmetro 15 cm e bocal menor com 4,5 cm de diâmetro, comprimento de cerca de 25 cm;

- É facultado a utilização de outro sistema de medição da carga aplicada, desde que apresente a mesma precisão;

- Pistão de penetração com dimensões de (16 ± 0,5) mm de diâmetro e comprimento mínimo de (150 ± 10) mm, acoplável a um anel dinamométrico apropriado ou outro dispositivo equivalente que permita manter a verticalidade durante a operação de penetração;

- Dispositivo de fixação do extensômetro de 10 mm (sensibilidade de 0,01 mm) ao pistão de penetração, permitindo ajuste vertical de forma a manter encostada a ponta da haste do extensômetro na borda do molde cilíndrico durante a realização do ensaio.

c) Vazador redondo manual, metálico de 47 mm de diâmetro.

d) Disco de papel de filtro com diâmetro aproximado de 47 mm.

e) Placa porosa com dimensões aproximadas de 50 mm de diâmetro por 5 mm de espessura.

f) Dispositivo para medida de altura deslocada do corpo de prova, provido de extensômetro de curso mínimo de 10 mm (sensibilidade de 0,01 mm) e calços eventualmente necessários;

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.

g) Tanque com dimensões aproximadas de 250 mm de altura x 270 mm de largura e 500 mm de comprimento, estanque à água, munido com tubo de dreno com tampa instalado horizontalmente na parte inferior de uma das laterais;

h) Sobrecarga anelar para ensaio, metálica, diâmetro externo de 49 mm e furo central de diâmetro 18 mm, pesando (500 ± 5) g..

i) Sobrecarga anelar nula, de madeira ou material similar com as mesmas dimensões da sobrecarga do item 3.10.

j) Extrator de amostras ajustável ao diâmetro do molde cilíndrico, com acionamento por meio de macaco hidráulico ou com sistema de acionamento compatível.

k) Base metálica maciça auxiliar de apoio do molde metálico durante o ensaio de penetração, com dimensões aproximadas de 70 mm de diâmetro e 60 mm de altura.

4 AMOSTRA

a) A amostra consiste em um corpo de prova compactado segundo o método ME-DE-P00-001[(1)] e devidamente deslocado de forma que uma das faces do mesmo coincida com o plano da base do molde de compactação.

b) número de corpos de prova, as condições de moldagem (energia) e teores de umidade destinados a determinação do valor de M-CBR é função da especificação do projetista.

5 ENSAIO

5.1 Condição com Imersão (I)

a) Retirar os discos de polietileno e os anéis de vedação da base e do topo do corpo de prova;

b) Medir a altura deslocada do corpo de prova com auxílio de dispositivo para medida de altura, item 3.8.

c) Colocar um disco de papel de filtro sobre a base perfurada do suporte para imersão e assentar sobre ela o molde com o corpo de prova de forma que a face do corpo de prova fique em contato com o papel filtro. Sobre o corpo de prova, dentro do molde, colocar outro disco de papel filtro e uma placa porosa e em seguida o prato perfurado provido de haste vertical. Acrescentar ou não a sobrecarga anelar, conforme a condição adotada. Colocar a base superior do conjunto e apertar bem os parafusos de fixação;

d) Transferir o conjunto para o tanque de imersão, inicialmente sem água, e realizar a medida da leitura inicial de expansão do corpo de prova, com o uso de dispositivo munido de relógio comparador, conforme descrito nos itens 3.1 e 3.2, vide Figura 1.

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 – Aparelhos para a Determinação da Expansão

e) Conectar uma mangueira de alimentação de água na saída do dreno do tanque de imersão e, lentamente, inundar o tanque de água até que se forme uma lâmina d´água de cerca de 10 mm acima do topo da base superior do conjunto de imersão em seguida cessar a alimentação, desconectar a mangueira e fechar o dreno. Registrar a hora e minutos logo após esse enchimento como início do ensaio e anotar na folha de ensaio;

f) Deixar o conjunto imerso por pelo menos 16 horas, e após esse prazo efetuar a leitura final da expansão com o dispositivo munido de relógio comparador conforme descrito no item 3.1..

Nota: No caso de solos argilosos altamente expansivos, o tempo de imersão pode ser menor, visto que, solos dessa natureza, embora, apresentem valores elevados de expansão atingem esse valor num curto espaço de tempo. Assim, pode-se verificar a velocidade de expansão, calculando as expansões parciais correspondentes as leituras intermediarias pela equação 1 e, traçando uma curva média dos pontos que representam em ordenadas a expansão e em abcissas o tempo ocorrido. Quando é registrado a estabilização da expansão, pode-se interromper o ensaio de imersão.

g) Esvaziar o tanque d'água abrindo o dreno, remover o conjunto do interior do tanque de imersão, desmontar o conjunto com o corpo de prova, retirar a placa porosa e deixar escorrer água por um período de cerca de 15 minutos, deixando o molde levemente inclinado.

5.2 Condição Sem Imersão (S)

Após a compactação do corpo de prova, realizada conforme ME-DE-P00-001(1), manter em repouso por um período de cerca de 1 hora, objetivando dissipação de pressão neutra (ou poro pressão), evitando variação de temperatura e condições que propiciem a perda de umidade. Retirar os discos de polietileno e os anéis de vedação no topo do corpo de prova.

5.3 Ensaio penetrométrico de M-CBR

a) O ensaio penetrométrico de M-CBR pode ser conduzido com ou sem sobrecarga. Na condição com sobrecarga utilizar o peso anelar descrito no item 3.10 e para a condição sem sobrecarga, utilizar a sobrecarga anelar nula de madeira descrita no item 3.11.

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.

a) Dependendo da condição de ensaio, se com ou sem sobrecarga, colocar no interior do molde metálico a sobrecarga compatível e juntamente com metálica maciça auxiliar de apoio posicionar o conjunto sobre o prato da prensa. Elevar o referido prato até que a ponta do pistão atravesse o furo no centro da sobrecarga e encoste no topo do corpo de prova. Essa condição pode ser verificada pelo pequeno deslocamento do extensômetro do anel dinamométrico.

b) Girar lentamente a manivela da prensa até que o extensômetro do anel dinamométrico marque a primeira divisão, 0,01 mm. Em seguida, ajustar o dispositivo de fixação do extensômetro (item 3.4.4) fixo à haste de penetração de forma que, a ponta do extensômetro encoste na borda do molde cilíndrico. Nesse posicionamento, o ponteiro do extensômetro deve coincidir com o zero da escala;

c) Iniciar o ensaio de penetração girando a manivela a uma velocidade tal que o deslocamento do ponteiro do extensômetro acoplado a haste de penetração tenha a mesma velocidade angular que o ponteiro de segundos do relógio analógico. Dessa forma, quando o extensômetro acusar 1 mm de penetração (uma volta do ponteiro) terá passado o tempo de 1 minuto, o que resulta a velocidade de ensaio de 1,27 mm/min.

   Nota: Evitar movimentos abruptos na manivela ou alterações na velocidade de penetração durante o ensaio.

d) Efetuar medidas no extensômetro do anel dinamométrico, correspondentes as penetrações seguintes: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5 e 5,0 mm.

   Parar o ensaio de penetração quando:

   a) atingir a penetração de 5,0 mm;

   b) atingir a capacidade de carga do anel dinamométrico. Nesse caso, pode-se fazer leituras intermediárias, para auxiliar a definição da curva de penetração.

6 CÁLCULOS

6.1 Expansão

Com os valores obtidos nos itens 5.1.4 e 5.1.6 da condição com imersão, calcular a expansão E pela equação 1:

$$E = \left[\frac{Lf - Li}{Ai}\right] x100 \qquad (1)$$

Onde: E = expansão volumétrica do corpo de prova (%);

Li = leitura inicial do extensômetro em mm;

Lf = leitura final do extensômetro em mm e

Ai = a altura inicial do corpo de prova, em mm, obtido na ocasião da compactação do corpo de prova.

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.

6.2 Mini – CBR

a) Calcular as cargas, em kgf, correspondentes as leituras do anel dinamométrico (ou outro dispositivo de medida de carga) referidas no item 5.2.5 e plotar os pontos respectivos no gráfico com as penetrações em abcissa e as cargas em ordenada, e traçar por eles a curva média corresponde;

b) Dependendo da forma da curva obtida, corrigi-la de acordo com o seguinte:

- Quando apresentar um ponto de inflexão próximo à origem, traçar um tangente à curva, fora do segmento de inflexão, até que intercepte o eixo das abcissas. A curva corrigida será então formada pelo segmento de tangente e pelo trecho original da curva subsequente a tangente. Deslocar o zero das abcissas para a intersecção da tangente. Um exemplo gráfico da correção consta no Anexo B;

- Quando o trecho além da penetração 2,00 mm for decrescente, indicando ocorrência de cisalhamento do corpo de prova, corrigi-la prolongando-a com a mesma tendência de curvatura a partir de um ponto pouco antes do valor da carga máxima observada. Um exemplo gráfico da correção consta no Anexo B. Para orientar o citado prolongamento, utilizar as curvas padrões no Anexo B.

c) Determinar as cargas em kgf C_1 e C_2, correspondentes as penetrações de 2,0 e 2,5 mm respectivamente, na curva referida no item 6.2.1, ou após as necessárias correções do item 6.2.2 subitens I ou II)

d) Calcular os valores de Mini – CBR_1 e o Mini – CBR_2, nas condições adotadas, pelas equações 2 e 3:

$$Log_{(Mini-CBR_1)} = -0{,}254 + 0{,}896 * log_{C_1} \qquad (2)$$

$$Log_{(Mini-CBR_2)} = -0{,}356 + 0{,}937 * log_{C_2} \qquad (3)$$

Onde: C_1 e C_2 = valores das cargas descritas no item 6.2.3 (kgf);

Mini-CBR_1 e Mini-CBR_2 = valores de M-CBR (%)

Nota: A determinação do valor de M-CBR pode ser simplificada com emprego de tabelas apropriadas, apresentada no ANEXO D.

Dentre os dois valores obtidos com as equações 2 e 3, adotar como resultado do valor do índice Mini–CBR o maior valor.

6.3 Relação M-CBR (I) x M-CBR (S) - RIS

Para obtenção do valor de RIS aplicar a equação 4.

$$RIS = \frac{M-CBR_I}{M-CBR_S} * 100 \qquad (4)$$

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.

Onde: RIS = relação entre os valores de M-CBR(I) e M-CBR (S) (%)

7 RESULTADOS

7.1 Mini – CBR

Este procedimento de ensaio fornece o índice de suporte Mini - CBR, expresso em porcentagem, de acordo com as diversas condições discriminadas. No relatório de ensaio devem constar: os valores de M-CBR e os respectivos valores de expansão além das condições de moldagem dos corpos de prova quanto a energia adotada bem com os respectivos teores de umidade.

Havendo interesse em obter o Mini - CBR correspondente a umidade ótima e massa específica aparente seca máxima de uma determinada energia de compactação, é sempre recomendável que esse valor seja obtido por interpolação gráfica de pelo menos 2 valores acima e 2 valores abaixo dessa condição.

7.2 Expansão

A expansão, quando determinada, deve ser apresentada em porcentagem, com aproximação de 0,1 %, conjuntamente com a discriminação de todas as condições adotadas na sua determinação, bem como a umidade de compactação;

Havendo interesse em obter o valor da expansão correspondente a umidade ótima e massa específica aparente seca máxima de compactação, é sempre recomendável que se determine o seu valor mediante interpolação gráfica, de maneira análoga à discriminada para a determinação do Índice Mini – CBR item 7.1.2.

8 REFERÊNCIAS

1 ME-DE-P00-001 “Ensaio de Compactação de Solos com Equipamento Miniatura”;

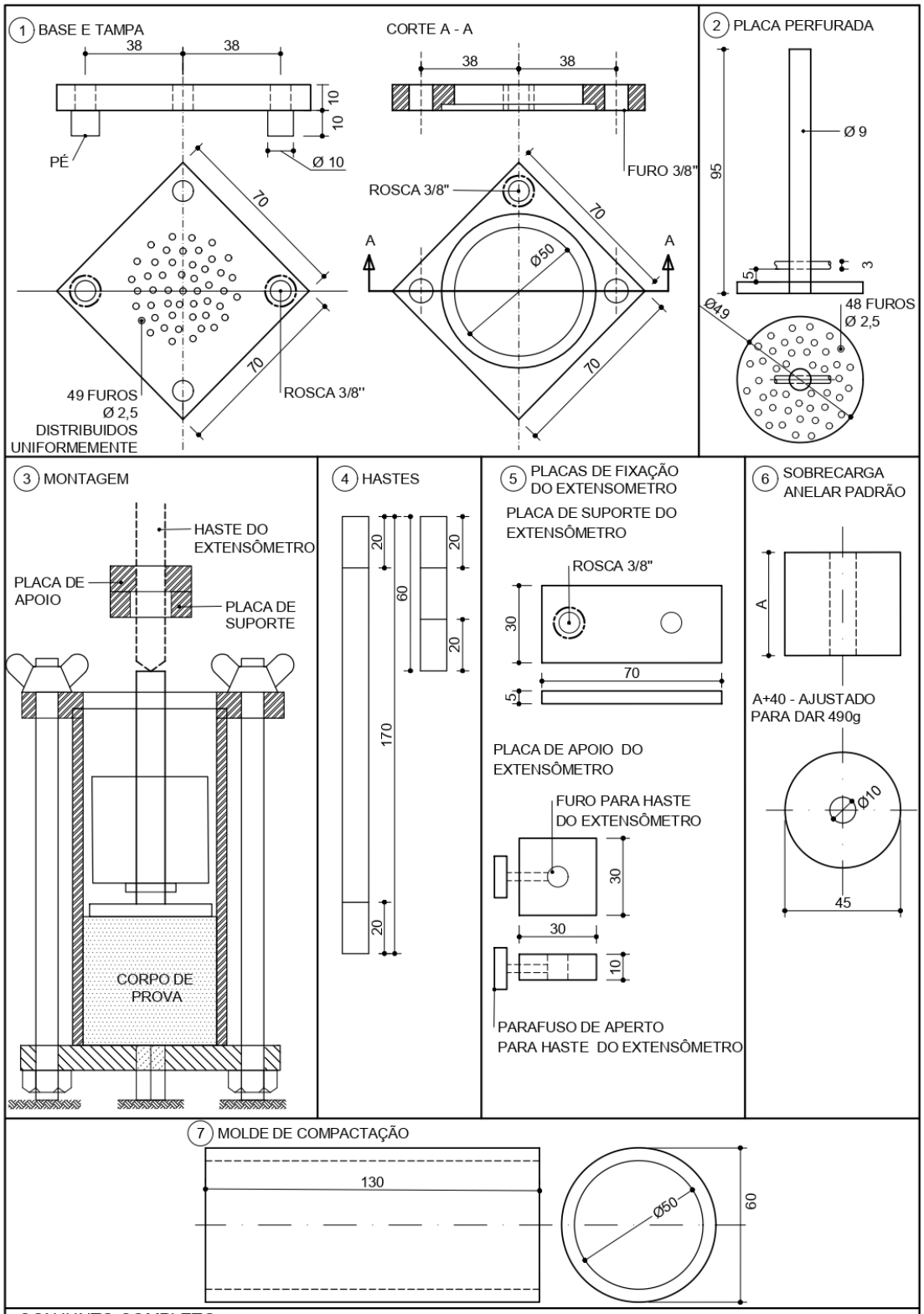
MINUTA

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 – DESENHOS

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.

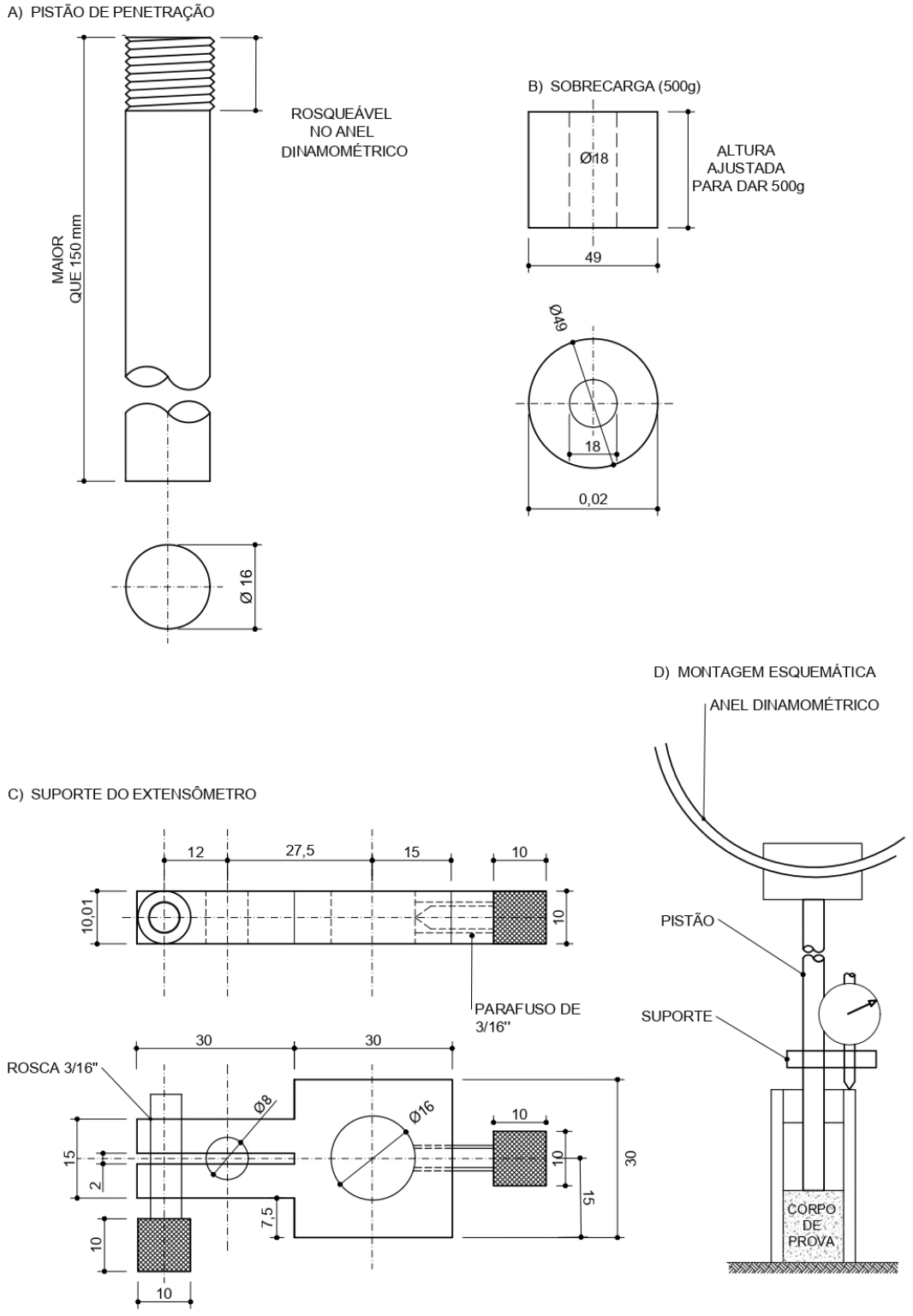


CONJUNTO COMPLETO

1 MOLDE
1 BASE
1 TAMPA
1 PLACA PERFURADA
1 HASTE DE 60mm
2 HASTES DE 170mm
1 SOBRECARGA PADRÃO
2 PÉS (DA TAMPA)
2 PORCAS BORBOLETA 3/8"
3 PORCAS 3/8"
1 PLACA DE SUPORTE DO EXTENSÔMETRO
1 PLACA DE APOIO DO EXTENSÔMETRO (UMA PARA CADA EXTENSOMETRO)

ANEXO A-1 DISPOSITIVO MINIATURA PARA EMBEBIÇÃO DE CORPOS DE PROVA COMPACTADOS

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 - PISTÃO DE PENETRAÇÃO, SOBRECARGA PADRÃO E SUPORTE DO EXTENSÔMETRO

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 B – ENSAIOS

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 B1 – ENSAIO MODELO

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.

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO MINI-PROCTOR - ENRGIA NORMAL E INTERMEDIÁRIA

Interessado: _____ Amostra: _____

Condições de Ensaio: Energia de Modagem: _____ Aferição : 50,00 + 42,28 = 92,28 mm Operador: _____ Data ___/___/___

Compactação

Pontos	1000 + 78			1000 + 93			1000 + 108			1000 + 123		
Molde n.		N-09	N-07		N-02	N-04		N-08	N-05		S-02	P-05
Massa Úmida (g)		203	203		212	212		215	215		200	200
Leitura Final (mm)		41,54	41,68		41,35	41,55		41,28	41,58		41,40	41,29
Altura do Cp. (mm)		50,74	50,60		50,93	50,73		51,00	50,70		50,88	50,99
Mea Úmida (g/cm³)		2,04	2,047		2,124	2,132		2,151	2,164		2,006	2,001
Meas (g/cm^3)		1,96	1,97		2,00	2,01		1,99	2,01		1,99	1,98
Meas média (g/cm³)		1,97			2,01			2,00			1,98	

Expansão

Leitura Inicial (mm)		5,78			6,89			4,14			5,81	
Leitura Final (mm)		5,99			6,99			4,19			5,81	
Expansão		0,4			0,2			0,1			0,0	

ISC - Índice de Suporte Califórnia Anel n. Constante: 2,0 kgf/mm^{-2}

Penetração (mm)		0	0		0	0		0	0		0	0
0,5		18	44		17	34		15	17		2	3
1		20	62		25	47		18	23,5		4	5,5
1,5		22	76		33	57		22	27		6	8
2		**23**	**90**		**41**	**65**		**24**	**32**		**7,5**	**10**
2,5		**25**	**102**		**50**	**73**		**26**	**36**		**9**	**12**
3		27	113		58	81		27	40		10	14
3,5		30	123		66	86		29	44		11	16
4		31	134		71	91		30	47		12	17
4,5												
5												
Mini-CBR 2,0 (mm)		17,1	58,3		28,3	42,9		17,7	23,1		6,3	8,2
Mini-CBR 2,5 (mm)		17,1	67,0		33,0	48,0		17,7	24,1		6,6	8,6
Mini-CBR (mm) adotado		**17,1**	**62,7**		**33,0**	**48,0**		**17,7**	**24,1**		**6,6**	**8,6**

Dodos de gráfico

Umidade	Meas	CBR I	CBR s/I	Exp.
4	1,97	17,1	62,7	0,4
6,1	2,00	30,7	45,5	0,2
7,9	2,00	17,7	23,6	0,1
10,3	1,99	6,5	8,4	0,0

Determinação da Umidade

Cápsula n.	64	291		121	890		205	162		154	48	
Am. Úmida + Tara (g)	103,86	162,87		89,30	93,53		101,18	86,02		77,87	81,67	
Am. Seca + Tara (g)	100,32	157,70		85,08	89,55		94,94	80,90		72,16	75,00	
Tara (g)	10,16	28,16		15,91	24,25		16,29	16,03		16,15	10,37	
Umidade (%)	3,9	4,0		6,1	6,1		7,9	7,9		10,2	10,3	

Observação	Ajuste	CBR	CBR	Ajuste	CBR	CBR	Ajuste	CBR	CBR	Ajuste	CBR	CBR	Ajuste	CBR	CBR
	Ajuste	com I	sem I	Ajuste	com I	sem I	Ajuste	com I	sem I	Ajuste	com I	sem I	Ajuste	com I	sem I

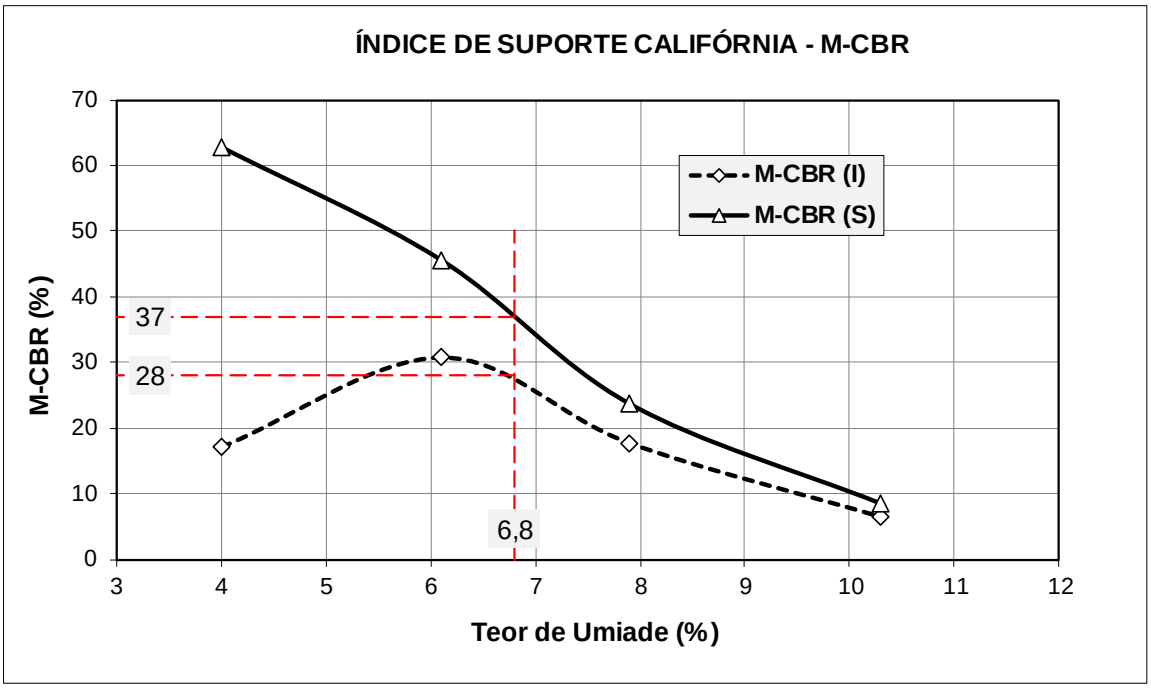
Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

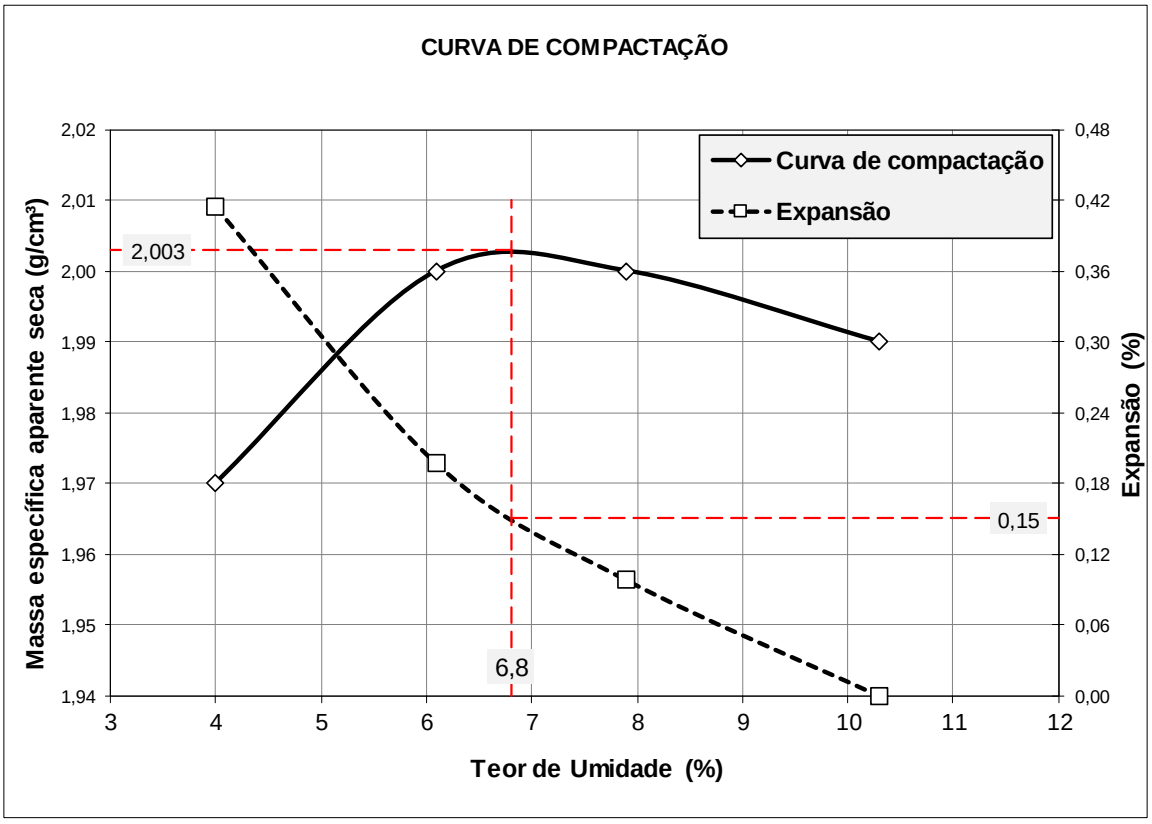
MINUTA

ANEXO B2 – GRÁFICOS DO ENSAIO MODELO

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.

ENSAIO MODELO - CURVA DE COMPACTAÇÃO - CBR (I) (S) e EXPANSÃO





RESULTADOS

Meas = 2,003 g/cm³	**CBR (I) 28%**	**RIS = 75,7 %**
$w_{ótima}$ = 6,8%	**CBR (S) 37%**	**Expansão = 0,15%**

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 C – FICHAS

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.

FICHA DE ENSAIO
COMPACTAÇÃO, MINI-CBR E EXPANSÃO

Folha:

O.S Nº	R.E. Nº	CADASTRO:	
NORMA: ME-DE-P00-001 / ME-DE-P00-002	FURO/CAM./AM.	PROFUNDIDADE	ESTACA/LADO
LABORATORISTA: DATA:	VERIFICADO POR:	DATA:	VALIDADO POR: DATA:

ÁGUA	(ml)										
PONTO	Nº										
CILINDRO	Nº										
MASSA SOLO	(g)										
ALTURA CP	(mm)										
VOLUME CP	(cm³)										
MASSA ESP. ÚMIDA	(g/cm³)										
MASSA ESP. SECA	(g/cm³)										
MÉDIA	(g/cm3)										
ANEL Nº _____ c.TE. _____	PENET.	UMIDADE MOLD.	APÓS IMERSÃO	UMIDADE MOLD.	APÓS IMERSÃO	UMIDADE MOLD.	APÓS IMERSÃO	UMIDADE MOLDE	APÓS IMERSÃO	UMIDADE MOLD.	APÓS IMERSÃO
	0,5										
	1,0										
	1,5										
	2,0										
	2,5										
	3,0										
	3,5										
	4,0										
	4,5										
	5,0										
2,0 mm	CARGA										
	M-CBR										
2,5 mm	CARGA										
	M-CBR										
CAP.	Nº										
MASSA ÚMIDA + TARA	(g)										
MASSA SECA + TARA	(g)										
MASSA SECA + TARA	(g)										
MASSA ÁGUA	(g)										
MASSA DA TARA	(g)										
MASSA SECA	(g)										
TEOR DE UMIDADE	(g)										

ENERGIA:

EXPANSÃO

CIL. Nº	LI (mm)	LF (mm)	Δ L (mm)	EXP. (%)

EQUIPAMENTOS:	Nº PATRIMÔMIO
BALANÇA	
PRENSA	

OBS. :

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 D – TABELA PARA SE OBTER O VALOR DO MINI-CBR DE FORMA SIMPLIFICADA

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.

Carga (kgf)	Mini-CBR (%) 2	Mini-CBR (%) 2,5	Carga (kgf)	Mini-CBR (%) 2	Mini-CBR (%) 2,5	Carga (kgf)	Mini-CBR (%) 2	Mini-CBR (%) 2,5	Carga (kgf)	Mini-CBR (%) 2	Mini-CBR (%) 2,5
0	0	0	50	18,4	17,1	150	49,1	48,2	550	159	163
1	0,5	0,4	51	18,7	17,4	155	50,8	49,7	560	161	166
2	1	0,8	52	19,1	17,7	160	52	51,2	570	164	168
3	1,5	1,2	53	19,4	18,8	165	53,6	52,7	580	167	171
4	1,9	1,6	54	19,8	18,4	170	55,1	54,2	590	169	174
5	2,4	2	55	20,1	18,7	175	57	55,7	600	172	177
6	2,8	2,3	56	20,5	19	180	58,3	57,1	610	174	180
7	3,2	2,7	57	20,8	19,3	185	59,7	58,6	620	177	182
8	3,6	3,1	58	21,2	19,7	190	61,1	60,1	630	180	185
9	4	3,4	59	21,5	20	195	62,5	61,7	640	182	188
10	4,4	3,8	60	21,8	20,3	200	64	63,1	650	185	191
11	4,7	4,1	61	22,1	20,6	205	65,5	64,6	660	187	193
12	5,1	4,5	62	22,4	20,9	210	67	66,4	670	190	196
13	5,5	4,8	63	22,7	21,3	215	68,6	67,6	680	192	199
14	5,9	5,2	64	23,1	21,6	220	70,1	69	690	195	201
15	6,3	5,5	65	23,4	21,9	225	71,3	70,5	700	197	204
16	6,7	5,9	66	23,7	22,2	230	72,6	71,9	710	200	207
17	7	6,2	67	24	22,5	235	73,8	73,5	720	202	210
18	7,4	6,6	68	24,4	22,9	240	75,2	74,8	730	205	212
19	7,8	6,9	69	24,7	23,2	245	76,9	76,4	740	207	215
20	8,2	7,3	70	25,1	23,5	250	79	78	750	210	218
21	8,5	7,6	71	25,4	23,8	260	82	81	760	212	220
22	8,9	8	72	25,8	24,1	270	84	83	770	215	223
23	9,2	8,3	73	26	24,4	280	87	86	780	217	226
24	9,6	8,6	74	26,3	24,7	290	89	89	790	220	229
25	10	8,9	75	26,6	25	300	92	92	800	222	231
26	10,3	9,3	76	26,9	25,4	310	95	95	820	228	237
27	10,7	9,6	77	27,2	25,7	320	97	98	840	232	242
28	11	9,9	78	27,6	25,9	330	100	101	860	237	247
29	11,4	10,3	79	27,9	26,2	340	103	104	880	242	253
30	11,7	10,6	80	28,3	26,4	350	106	107	900	247	258
31	12	10,9	82	28,6	27,4	360	109	109	920	252	264
32	12,4	11,3	84	29,4	28,1	370	111	112	940	257	269
33	12,8	11,6	86	30	28,7	380	114	115	960	262	274
34	13,1	11,9	88	30,6	29,2	390	117	118	980	267	280
35	13,5	12,2	90	31,3	29,8	400	119	121	1000	272	285
36	13,8	12,6	92	31,9	30,5	410	122	124			
37	14,1	12,9	94	32	31,1	420	125	127			
38	14,5	13,3	96	33	31,7	430	127	129			
39	14,8	13,6	98	33,7	32,4	440	130	132			
40	15,1	13,9	100	34,3	33	450	133	135			
41	15,4	14,2	105	36	34,5	460	136	138			
42	15,8	14,5	110	37,2	36,1	470	138	141			
43	16,1	14,8	115	39	37,6	480	141	143			
44	16,4	15,2	120	40,4	39,1	490	143	146			
45	16,8	15,5	125	41,8	40,6	500	146	149			
46	17,1	15,8	130	42,9	42,2	510	149	152			
47	17,4	16,1	135	44,8	43,7	520	151	155			
48	17,7	16,4	140	46,3	45,2	530	154	157			
49	18,1	16,7	145	47,4	46,7	540	156	160			
50	18,4	17,1	150	49,1	48,2	550	159	163			

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.