TÍTULO

MÉTODO DE ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS COM EQUIPAMENTO MINIATURA

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Ensaio de Solo. Compactação. 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 APARELHAGEM E MATERIAL 3
3 AFERIÇÃO 5
4 AMOSTRA 5
5 ENSAIO 6
6 CÁLCULOS 8
7 RESULTADOS 8
8 REFERÊNCIAS 9
ANEXO A - DESENHOS 10
ANEXO B - ENSAIO MODELO DE COMPACTAÇÃO M-PROCTOR 16
ANEXO C – FICHA DE ENSAIO 18

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, contém o processo de compactação dinâmica de solos com fração inferior a 2,0 mm, realizados em laboratório, com corpos de prova do tipo miniatura (50,0 mm de diâmetro), denominados: M-Proctor energia normal, M-Proctor energia intermediária e M-Proctor energia E30 na qual se determina a correlação entre os teores de umidade e suas respectivas massas específicas aparente seca, bem como a obtenção da curva de compactação.

Este método inclui os seguintes procedimentos:

I) Ensaio M-Proctor energia normal – procedimento de compactação na energia normal, com emprego do soquete de 2,270 g de massa, com aplicação de 5 golpes por face do corpo de prova para argilas, solos argilosos, siltes e solos siltosos arenosos.

II) Ensaio M-Proctor energia intermediária – procedimento de compactação na energia intermediária, com aplicação de 6 golpes por face do corpo de prova com emprego do soquete de 4.540 g de massa.

III) Ensaio M-Proctor energia E30 – procedimento de compactação com aplicação de 30 golpes com emprego do soquete de 2,270 g de massa, sendo 15 golpes em cada face do corpo de prova.

O procedimento de compactação especificado nesse método também pode ser aplicado para a moldagem de corpos de prova para serem utilizados nos ensaios complementares da metodologia MCT especificado pelo DER-SP:

a) ME-DE-P00-002 - Determinação do Índice de Suporte Mini-CBR e da Expansão de Solos Compactados com Equipamento Miniatura.

b) ME-DE-P00-003 - Determinação da Contração de Solos Compactados em Equipamento Miniatura.

c) ME-DE-P00-004 - Determinação dos Coeficientes de Infiltrabilidade de Água em Solos Compactados com Equipamento Miniatura.

d) ME-DE-P00-005 - Determinação dos Coeficientes de Permeabilidade de Água em Solos Compactados com Equipamento Miniatura.

2 APARELHAGEM E MATERIAL

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Compactador miniatura, conforme Anexo A-1, constituído de:

b) Soquete cilíndrico, de aço, tipo leve, conforme Anexo A-2 a altura de queda de (305±2) mm, peso de (2.270 ±10) g e sapata de (49,7±0,5) mm de diâmetro;

c) Soquete cilíndrico de aço, tipo pesado, conforme Anexo A-2, altura de queda de (305±2) mm, peso de (4.540±10) g e sapata de (49,7±0,5) mm de diâmetro;

d) Extensômetro de curso mínimo de 50 mm, graduado em 0,01 mm;

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.

e) Dispositivo de alavancas para extração de corpos de prova, conforme Anexo A-3;

f) Conta golpes, dispositivo de contagem de número de golpes, conforme Anexo A-4;

g) Moldes cilíndricos de compactação, conforme Anexo A-1, com identificação sequencial.

h) Cilindro maciço em aço de altura padrão, de cerca de 50 mm de altura e diâmetro de 49,7 mm;

i) Anel de vedação em aço inoxidável, conforme Anexo A-1;

j) Dispositivo articulável para prender extensômetro no bloco, conforme a Anexo A-4;

k) Bandeja de chapa de ferro galvanizado, com 50 cm x 30 cm x 6 cm;

l) Peneira, abertura de 2,0 mm x 8” de diâmetro x 2” de altura em latão, tampa e fundo;

m) Bacia plástica com capacidade de 3 litros;

n) Saco de polietileno, com capacidade para 2 litros;

o) Recipientes herméticos que permitam guardar amostras sem perda de umidade;

p) Recipiente (formato de cápsula) para pesagem de solo, com cerca de 0,25 litros de capacidade;

q) Balança, de capacidade de 4 kg, sensível 0,01 g;

r) Cápsula de porcelana ou alumínio com capacidade de 75 ml para determinação do teor de umidade;

s) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105 e 110ºC;

t) Extrator de amostras ajustável ao diâmetro ao molde cilíndrico, com acionamento por meio de macaco hidráulico ou com sistema de acionamento compatível;

u) Base de concreto de 35cm x 35cm x 60cm (altura); munida de parafusos previamente chumbados para fixação da base do compactador;

v) Vasador redondo manual, metálico de 47 mm de diâmetro;

w) Disco de polietileno ≤ 0,2 mm de espessura e diâmetro de 50 mm;

x) Funil, com bocal maior de diâmetro 15 cm e bocal menor com 4,5 cm de diâmetro, comprimento de cerca de 25 cm;

y) Assentador de solo no molde de madeira cilíndrico com diâmetro de aproximadamente 48 mm e 50 mm de altura;

z) Almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade de 5 kg de solo;

aa) Vaselina sólida;

bb) Dispositivo para medida de altura deslocada do corpo de prova, conforme Anexo A-5, provido de extensômetro de curso mínimo de 10 mm, leitura direta de 0,01 mm e calços eventualmente necessários;

cc) Bastão tipo meia cana de tubo plástico de 50 mm de diâmetro, espessura 5 mm, comprimento de 30 cm;

dd) Espaçadores, tipo meia cana, com altura de 50 mm, diâmetro interno de 50 mm e diâmetro externo de 60 mm para posicionamento inicial do molde de compactação;

ee) Folhas de ensaio, de modelos apropriados conforme aqueles em apenso;

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.

ff) Tanque de imersão, estanque à água com dimensões aproximadas de 25 cm de largura, 50 cm de comprimento e 20 cm de altura.

3 AFERIÇÃO

A instalação do extensômetro na extremidade do braço articulado, deve ser de forma invertida, de tal forma que, para efetuar as leituras deve-se deslocar a haste do extensômetro na direção de cima para baixo.

Posicionar as duas meias canas envolvendo a base fixa do compactador, colocar um molde cilíndrico assente sobre as meias canas e colocar um disco de polietileno no interior do molde, em seguida assentar o cilindro maciço de aço de altura padrão e posicionar mais um disco de polietileno e posteriormente o soquete.

Articulando o braço, posicionar o extensômetro no compactador, encaixando a extremidade do braço articulado na base superior do aparelho, centrando a ponteira do extesômetro na geratriz central do topo da haste do soquete. Efetuar a leitura L_a.

Calcular a constante de aferição $\boldsymbol{K_a}$ pela Equação 1.

$$K_a = A_c + L_a \qquad (1)$$

Onde: K_a = constante do aparelho para a determinação das alturas do corpo de prova (mm);

A_c = altura do cilindro padrão de 50,00 mm (precisão de 0,01 mm);

L_a = leitura de extensômetro a que se refere o item 3.3 (mm).

4 AMOSTRA

a) A amostra de solo destinada ao ensaio deve ter um preparo prévio conforme preconiza o item 4.1 da norma DNER ME 041[(1)].

b) Passar a amostra, submetida ao procedimento descrito no item 4.1, pela peneira n. 10 (abertura 2,0 mm) expurgando a % retida na peneira n. 10 e medir a massa de 2500 g. Obs: Solos com massa retida na referida peneira superior a 10 % não deve ser ensaiado por esse método.

c) A amostra recebida deverá ser acomodada na bandeja, destorroada, homogeneizada e seca ao ar, revolvendo-a periodicamente até que atinja um teor de umidade próximo ao higroscópico.

d) Passar o material seco na peneira de 2,00 mm, destorroando as frações retidas com uso de almofariz e mão de gral revestida de borracha. Rejeitar as frações retidas, que deverão ter o mínimo de finos aderentes, após registro de suas características.

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.

e) Obter, no mínimo, as quantidades de material passado nas peneiras de 2,00 mm, conforme descrito no item 4.2. Homogeneizar muito bem a porção peneirada obtida.

f) Separar a porção de solo descrita no item 4.2 em cinco porções de 500 g e adicionar a cada uma delas, água, em quantidade tal que se consiga obter porções que tenham umidades sucessivamente crescentes, de cerca de 2% nos solos arenosos, 3 a 4 % nos solos argilosos lateríticos, e de 5% nas argilas não lateríticas e siltes micaceos e caulínicos. Essas porções devem abranger a faixa de umidade tal que permita o traçado completo das curvas de compactação.

g) Homogeneizar as porções às quais foram adicionadas água. Numa bacia apropriada e acomodá-las em saco de polietileno, com etiqueta de identificação, por um prazo mínimo de 12 horas, de preferência em ambiente de temperatura constante.

5 ENSAIO

a) Untar a parede interna dos moldes cilíndricos com uma fina camada de vaselina ou cera, com auxílio de um pano e, em seguida, remover o excesso com uma flanela seca.

b) Posicionar as duas meias canas envolvendo a base fixa do compactador. Inserir um anel de vedação (inferior) em uma das extremidades do molde, de forma que a parte chanfrada do anel de vesação fique voltada para o interior do molde.

c) Colocar um disco de poliuretano sobre a base fixa do compactador e assentar o molde cilíndrico com a extremidade com o anel de vedação nessa base fixa, de forma que o anel de vedação fique sobre o disco de poliuretano. Em seguida, posicionar o funil.

d) A massa úmida de solo para moldagem condiciona a altura final do corpo de prova, que deve, necessariamente, estar dentro do limite de 50,00 mm ± 1,00 mm, logo, a massa de moldagem do corpo de prova deve ser inicialmente ajustada.

e) Homogeneizar a porção de menor teor de umidade e pesar a quantidade de 190 g.

f) Despejar a porção pesada no item anterior com auxílio do funil e bastão dentro do molde. Nivelar a superfície do solo dentro do molde com auxílio do assentador, exercendo pequena pressão e efetuando movimento rotativo pequenos.

g) Inserir o anel de vedação com a parte chanfrada voltada para a amostra de solo e colocar o disco de polietileno sobre o anel de vedação. Com auxílio do assentador, pressionar, levemente, o anel e o disco de poliuretano de forma que encoste na amostra de solo.

h) Efetuar a compactação

- M-Proctor - Energia Normal - Posicionar o soquete de tipo leve sobre o topo da amostra. Aplicar cinco golpes por face do corpo de prova.

- M- Proctor - Energia Intermediária - Posicionar o soquete de tipo pesado sobre o topo da amostra. Aplicar seis golpes por face 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.

- M-Proctor - Energia E30 - Posicionar o soquete de tipo leve sobre o topo da amostra. Aplicar 15 golpes por face do corpo de prova.

i) Efetuar a leitura do extensômetro. Calcular a altura A do corpo de prova em mm, com precisão de 0,01 mm pela Equação 2:

$$A_c = K_a + L_e \tag{2}$$

Onde: A_c = altura do cilindro padrão de 50,00 mm (precisão de 0,01 mm);

K_a = constante do aparelho para a determinação das alturas do corpo de prova (mm);

L_e = leitura do extensômetro ao final da compactação (mm).

j) Utilizando o extrator do compactador, deslocar o corpo de prova, de maneira que uma das faces do corpo de prova fique coincidente com o bordo do molde.

k) Efetuar a medida da altura do corpo de prova com uso de dispositivo referido no item 2.bb. Esta altura não deve afastar mais de 1 mm daquela calculada com a equação 2.

Nota: Os valores obtidos na equação 2 devem ser utilizados de preferência nos cálculos necessários a obtenção da curva de compactação e em outros cálculos em que entra a altura inicial do corpo de prova. A medida da altura da alínea "K" deste capítulo é optativa.

l) Se a altura obtida na alínea "I" estiver compreendida entre 50,00 ± 1,00 mm, a operação de compactação para o teor de umidade considerado está encerrada, podendo o restante da porção preparada ser rejeitada. Se essa condição não for satisfeita, compactar a alíquota restante da porção referida na alínea "D", utilizando uma massa de solo corrigida $\mathbf{M_c}$, obtida pela Equação 3.

$$M_c = M_j \; X \; \frac{50}{A'} \tag{3}$$

Onde: M_c = massa de moldagem do corpo de prova corrigida (g);

M_j = massa utilizada na compactação que resultou em altura A' fora do limite desejável de 50,00 mm ± 1,0 mm;

A' = altura do corpo de prova fora do limite desejável de 50,00 mm.

m) Moldar um segundo corpo de prova com a massa corrigida. Se mesmo após a correção da massa de moldagem a altura do corpo de prova ficar fora do limite de 50,00 mm ± 1,00 mm, repetir a correção descrita na alínea "L" com a mesma porção de solo e moldar um terceiro corpo de prova. Repetir as operações referidas nessa alínea até que a condição de altura do corpo de prova seja satisfeita.

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.

n) Prosseguir a oepração de compacação, utilizando-se as porções de teores de umidade crescente, observando que, inicialmente, deve-se aumentar a massa nas compactações com teores de umidade crescentes e nas compactações das duas porções finais, suprimir esse acréscimo ou mesmo diminuir ligeiramente a sua massa.

o) Retirar uma parte da porção de amostra de solo que sobrou no saco plástico, a fim de determinar o teor de umidade.

6 CÁLCULOS

a) Mini Proctor – Energia normal, intermediária ou E-30.

Calcular o teor de umidade w, de cada porção da amostra utilizada na compactação, com a Equação 4:

$$w = (M_u - M_s)\ x\ 100\ /\ M_s \qquad (4)$$

Onde: w = teor de umidade (%);

M_u = massa do solo úmido (g);

M_s = massa de sólidos após secagem em estufa até constância de peso (g).

O teor de umidade deve ser expresso, com aproximação de 0,1%.

Calcular a massa especifica aparente seca do solo compactado de todos os corpos de prova pela Equação 5:

$$\gamma_s = 100\ x\ M_u\ /\ (100 + w_{\%})\ x\ S\ x\ A \qquad (5)$$

Onde: γ_s = massa específica aparente seca (g/cm³);

M_u = massa do solo úmido da porção compactada (g);

S = área da seção do molde (cm²);

A = altura do corpo de prova, pela equação 2 item 5.9;

Nota: A massa especifica aparente seca calculada deve ser expressa em g/cm³, com aproximação de 0,01 g/cm³.

Traçar a curva de compactação representando em ordenadas a massa especifica aparente seca e em abscissas teor de umidade.

7 RESULTADOS

Tem como resultado a aplicação dessa norma de 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.

a) As curvas de compactação na energia Normal, Intermediária e/ou E-30;

b) Massa específica aparente seca máxima para a energia adotada, com aproximação de 0,01 g/cm³;

c) Umidade ótima corresponde a energia adotada, com aproximação de 0,1.

Nota: Os resultados obtidos devem estar obrigatoriamente acompanhados de abreviatura do tipo ou alternativa adotada na execução do ensaio.

8 REFERÊNCIAS

1 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER ME 041**. Solos – Preparação de amostras para ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1994.

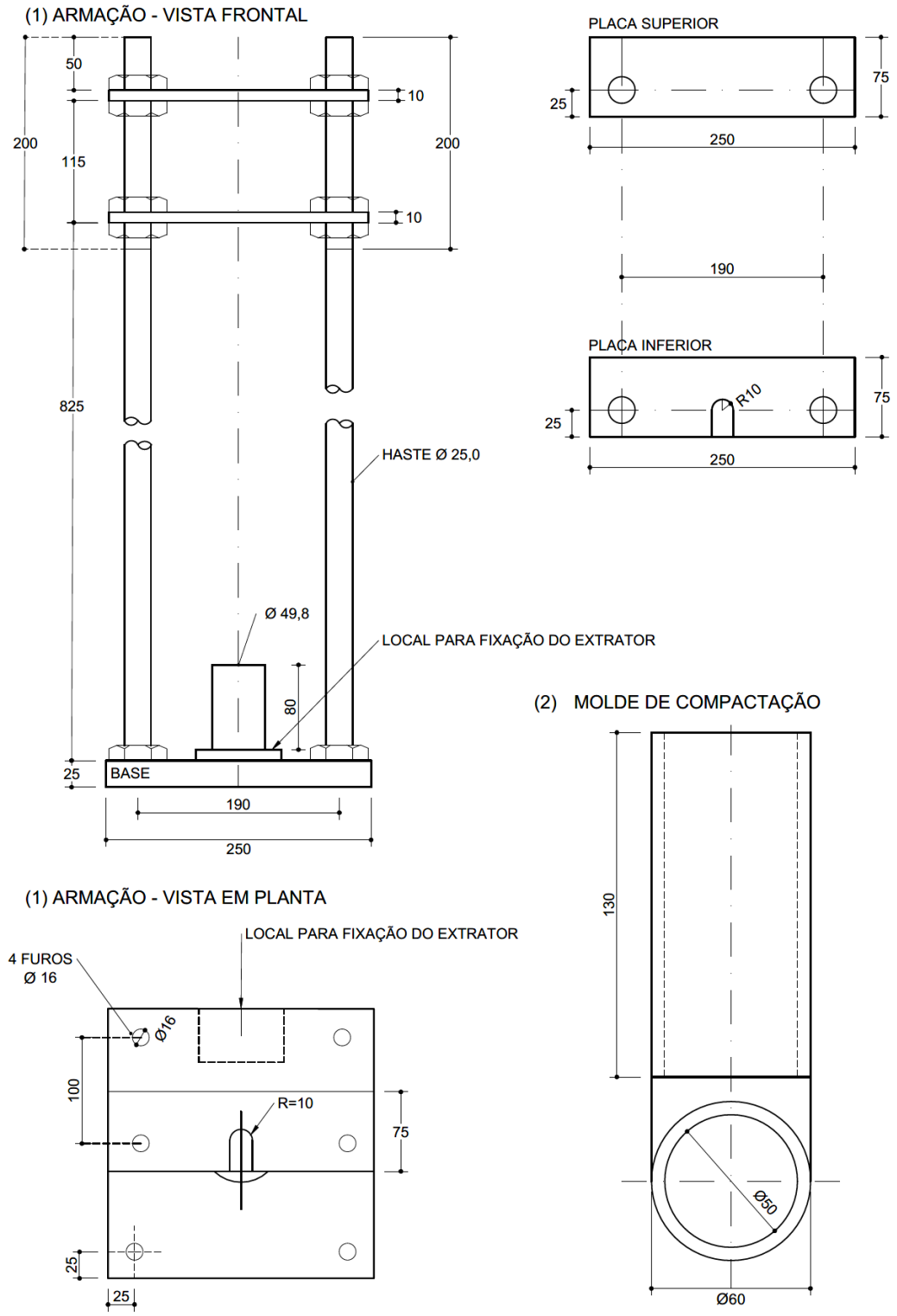
MINUTA

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

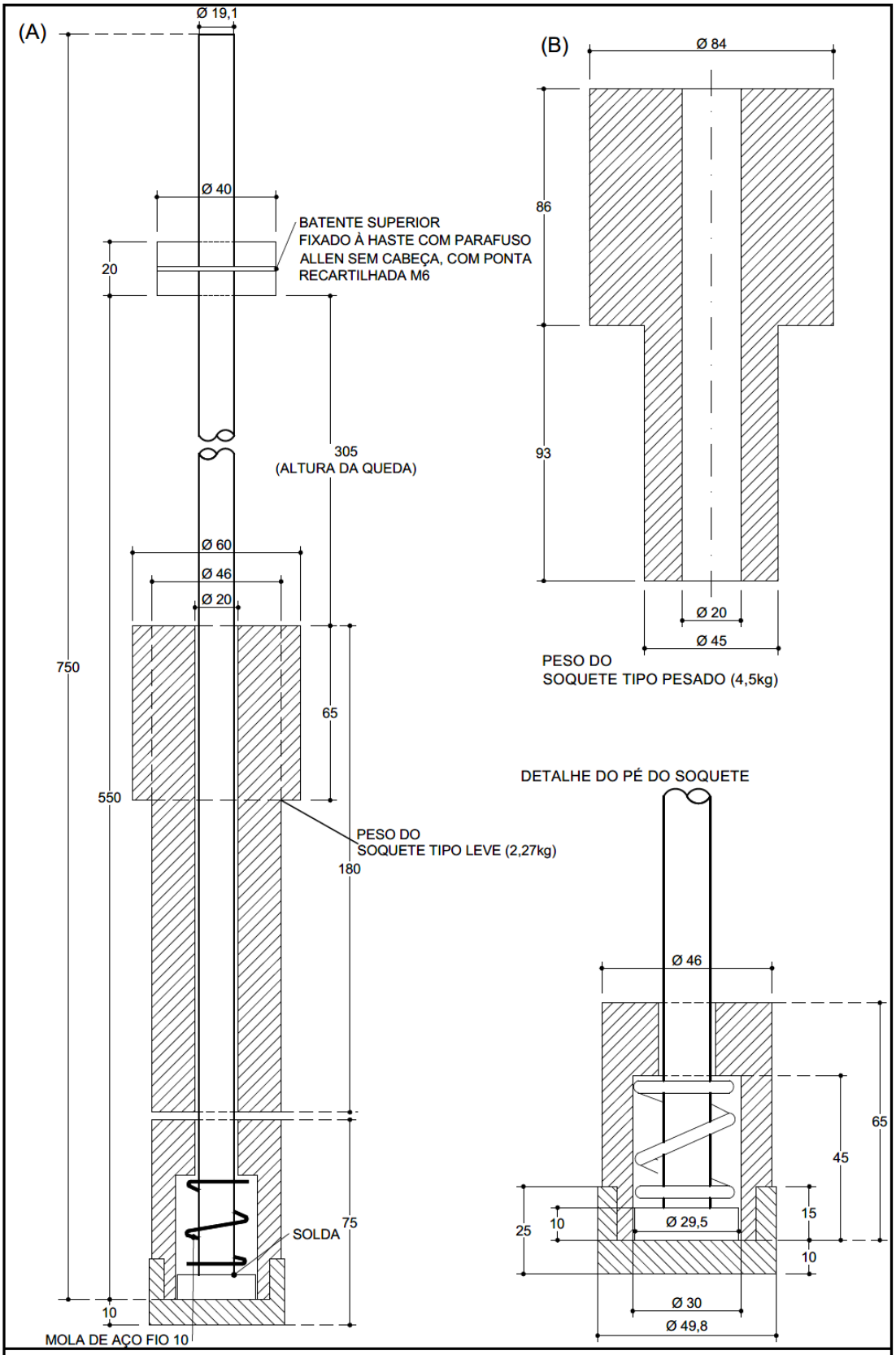
ANEXO A – DESENHOS

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.



ANEXO A-1 :
ARMAÇÃO DO COMPACTADOR MINIATURA E MOLDE PARA COMPACTAÇÃO

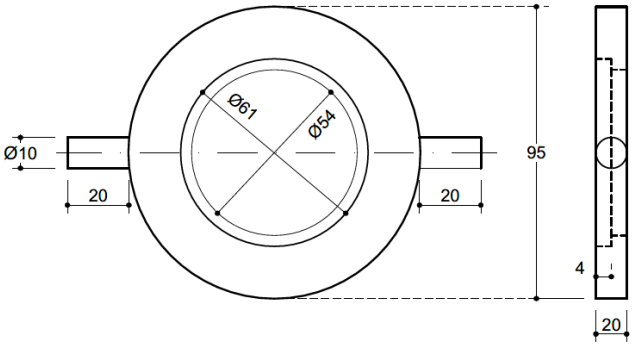
Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.



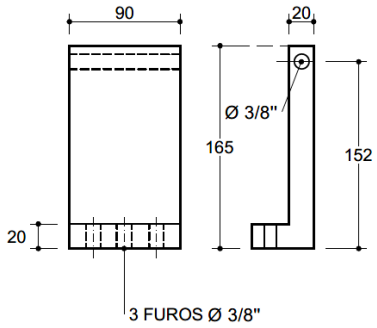
ANEXO A-2:
SOQUETES TIPO LEVE E TIPO PESADO

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.

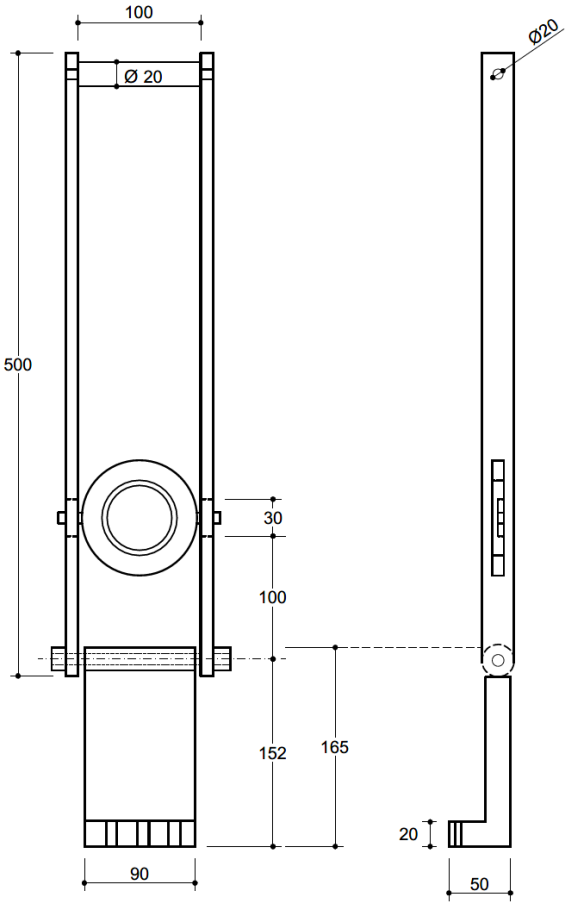
PLACA CIRCULAR



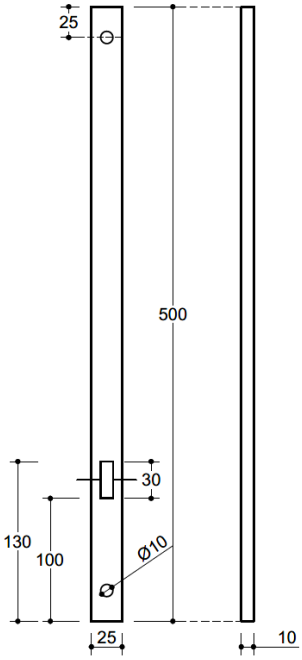
BASE



MONTAGEM

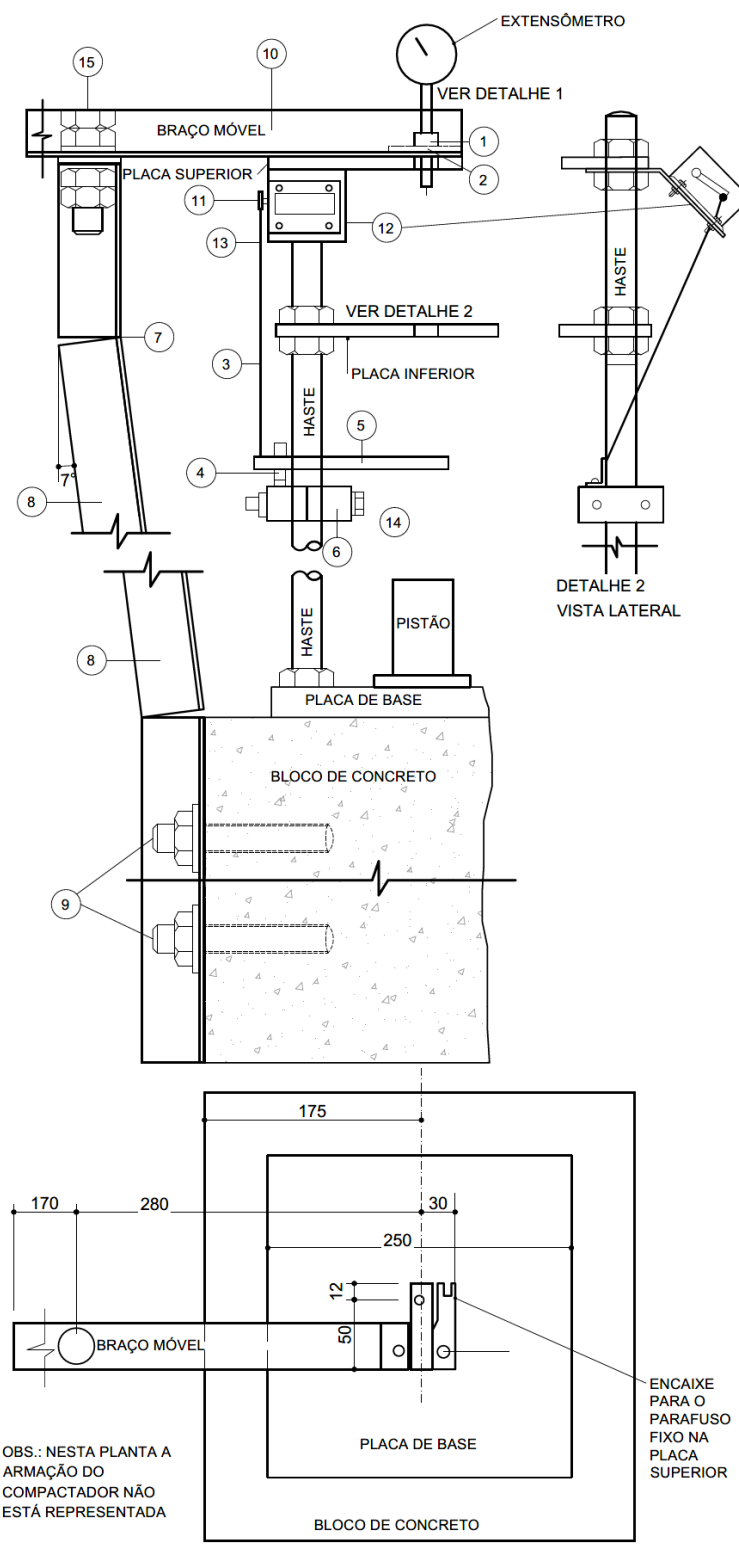


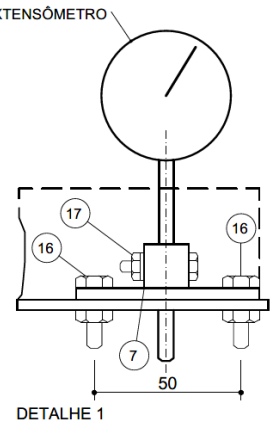
HASTE



ANEXO A-3:
DISPOSITIVO DE ALAVANCAS PARA EXTRAÇÃO DE CORPOS DE PROVA

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.





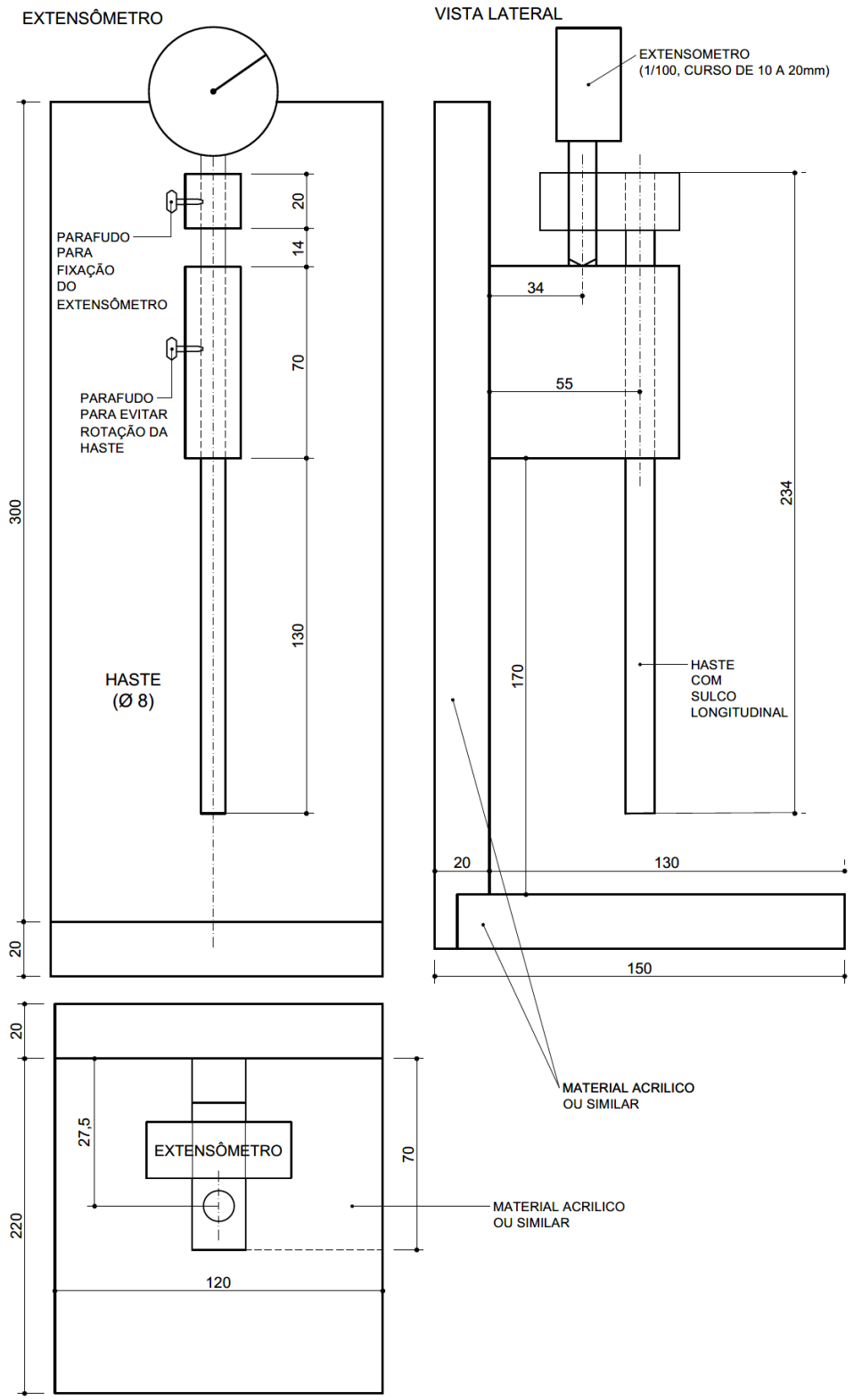
Nº	DISCRIMINAÇÃO
10	BRAÇO MÓVEL PERFIL L, 11/2", COMPRIMENTO 480mm
11	CONTADOR DE GOLPES
12	SUPORTE DE CONTADOR DE GOLPES, 125x60x1mm
13	MOLA
14	PARAFUSO, PORCA, ARRUELA (1/2" x 100)
15	PARAFUSO, 2 PORCAS, 2 CONTRA-PORCAS, 2 ARRUELAS DE 1" x 100
16	PARAFUSO, PORCA, ARRUELA (1/4" x 25)
17	PARAFUSO, PORCA, ARRUELA (1/8" x 40)

Nº	DISCRIMINAÇÃO
1	PRENDEDOR DO EXTENSÔMETRO
2	CHAPA PARA FIXAÇÃO DO PRENDEDOR DO EXTENSÔMETRO
3	FIO DE NYLON
4	SUPORTE DE BALANCIM
5	BALANCIM (160x10x1)
6	FIXADOR NA HASTE DO COMPACTADOR
7	SOLDA DE JUNÇÃO DO PERFIL
8	PERFIL "L" DE 50x50. 1570mm DE COMPRIMENTO
9	PRISIONEIRO DE 1/2"

NOTA: O PARAFUSO (15) PODERÁ SER FIXADO A UM SUPORTE RIGÍDAMENTE SOLIDÁRIO A UMA SUPERFÍCIE RÉGIDA E IMÓVEL (DE PAREDE, DE COLUNA, ETC.).

ANEXO A-4:
PRENDEDOR DO EXTENSÔMETRO E CONTA GOLPES DO COMPACTADOR MINIATURA

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-5:
APARELHO PARA MEDIDA DA ALTURA DE CORPOS DE PROVA MINIATURA

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 - ENSAIO MODELO DE COMPACTAÇÃO M-PROCTOR

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 de M-Proctor - (Exemplo modelo)

Identificação: Ensaio Modelo Descrição do solo: SAFL

Interessado: Data: 17/02/2021

Operador:_____ Energia: ( ) Normal (X) Intermediária

Área do molde = 19,6 cm²

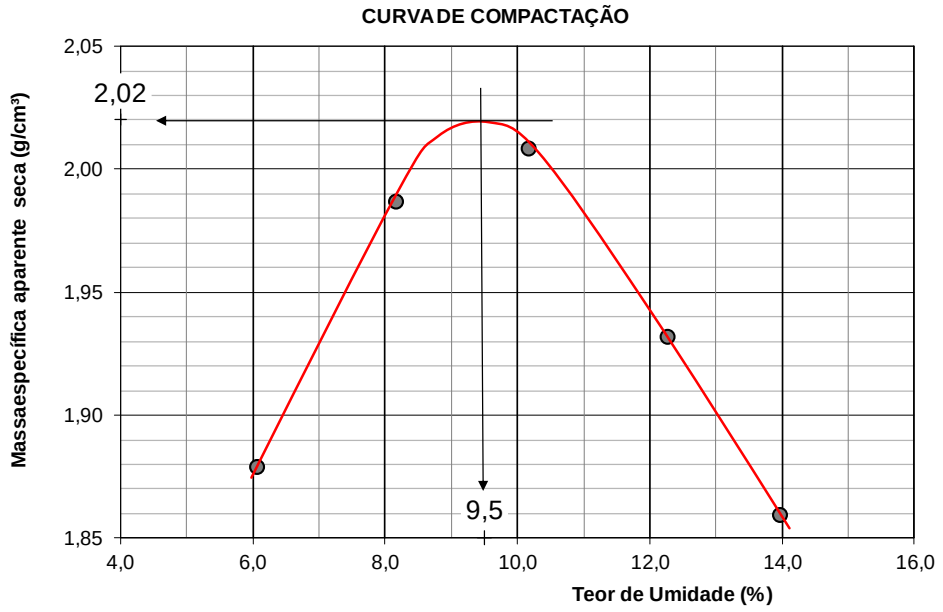
Aferição do aparelho
K = 50,00 + 42,28 = 92,28

Dados da Compactação

Pontos (Ps + água)	500 + 20		500 + 30		500 + 40		500 + 50		500 + 60	
Tentativas	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.	1a.	2a.
Molde n.	N-09	N-02	N-05	N-08	N-07	S-02	S-11	S-06	S-01	S-04
Massa Úmida (g)	185	196	206	208	222	218	212		209	
Leitura Final (mm)	43,52	42,10	43,37	42,90	41,09	42,01	42,41		41,96	
Altura do Cp. (mm)	48,76	50,18	48,91	49,38	51,19	50,27	49,87		50,32	
M.esp.ap.úmida (g/cm³)		1,99		2,15		2,21	2,17		2,12	
M.esp.ap.seca (g/cm³)		1,88		1,99		2,01	1,93		1,86	

Determinação do Teor de Umidade (%)

Pontos (Ps + água)	500 + 20		500 + 30		500 + 40		500 + 50		500 + 60	
cápsula nº	64	291	121	890	205	162	154	48	21	111
P. solo úmido + Tara (g)	103,86	138,22	115,4	118,74	93,11	105,96	93,48	99,03	84,76	89,07
P. sólidos + Tara (g)	98,45	131,99	107,86	111,66	86	97,71	85,01	89,39	75,98	80,02
Tara (g)	10,16	28,16	15,91	24,25	16,29	16,03	16,15	10,37	13,27	14,91
P. sólidos (g)	88,29	103,83	91,95	87,41	69,71	81,68	68,86	79,02	62,71	65,11
P. água (g)	5,41	6,23	7,54	7,08	7,11	8,25	8,47	9,64	8,78	9,05
Umidade (%)	6,1	6	8,2	8,1	10,2	10,1	12,3	12,2	14	13,9
Teor de w Médio (%)	6,1		8,2		10,2		12,3		14,0	



Parâmetros da Compactação

Umidade ótima de compactação: 9,5%

Massa específica aparente seca máxima: 2,02 (g/cm³)

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 – FICHA DE ENSAIO

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 _____	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										
c TE _____	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)	ΔL (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.