



UNIVERSIDADE FEDERAL

DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO
DE ESTRADA

ALUNO: PLÍNIO VERAS LOBO

SUPERVISOR: FRANCISCO DE ASSIS QUINTANS

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Outubro de 2021.

Sumé - PB

Í N D I C E

- INTRODUÇÃO
- APRESENTAÇÃO
- OBJETIVO
- AGRADECIMENTOS
- REQUERIMENTO
- LOCAÇÃO
- NIVELAMENTO E CONTRA NIVELAMENTO
- SEÇÕES TRANSVERSAIS
- DESENHOS DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS
- CUBAÇÃO
- LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO
- CÁLCULO DE OFF-SET
- EXPLANAÇÃO GERAL
- REVESTIMENTO
- PROCESSO DE IMPRIMAÇÃO
- CORTES
- EMPRESTIMOS
- ATERROS

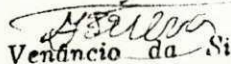
- ENSAIOS
- COMPACTAÇÃO DE SOLOS
- DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO "IN SITU"
COM EMPREGO DO FRASCO DE AREIA
- ÍNDICE DE SUPORTE CALIFORNIA DE SOLOS
- ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE SOLOS POR PENEIRAMENTO
- EQUIVALENTE DE AREIA
- LIMITE DE LIQUIDEZ DE SOLOS
- CONCLUSÃO

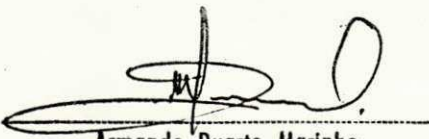


D E C L A R A Ç Ã O

Declaramos, atendendo a pedido da parte interessada, que o Sr. Plínio Veras Lobo, estagiou neste Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (D.E.R.-PB), na qualidade de aluno do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), exercendo suas atividades no Escritório de Fiscalização do 4º Distrito Geo-Administrativo, da Rodovia PB-137/149 - Trecho - JACÚ-BARRA DE SANTA ROSA, no período de 26/01 à 09/03/81.

Barra de Santa Rosa, 09 de março de 1.981


Joel Venâncio da Silva
Chefe da Seção Administrativa


Armando Duarte Marinho
ENG. CHEFE - MAT. 2198

I N T R O D U Ç Ã O

Para a construção de um trecho rodoviário, precisa-se levar em conta os passos que se fazem necessários em sua execução. Tem-se, primeiramente, o reconhecimento e a escolha da diretriz a seguir, que é feito pelo engenheiro da obra, acompanhado por um guia que conheça todos os caminhos da região. O reconhecimento é feito percorrendo-se a região e marcando-se as distâncias parciais aproximadas obtidas através da hora de partida e chegada, marcadas previamente, e anotando-se também as altitudes do caminho. Com isto, tem-se as possíveis diretrizes, e depois de feita a comparação dessas diretrizes, procede-se os trabalhos de exploração, que consiste num levantamento geral de uma determinada faixa de terreno por onde irá passar a estrada, e a distribuição do serviço será dividido em trechos que proporcionam a marcação de um alinhamento principal. Daí faz-se uma série de estudos que irão caracterizar o terreno e mostrar suas condições para a construção da obra. São feitos ensaios de granulometria, equivalente de areia, etc., a fim de condicionar o tipo de material que será utilizado e que melhor se adapte às condições do terreno e da região para que a obra tenha duração máxima, em perfeitas condições de uso.

A P R E S E N T A Ç Ã O

Este relatório se compõe da descrição dos ensaios de índice suporte califórnia, compactação do solo, análise granulométrica do solo, por peneiramento, equivalente de areia e limite de liquidez, realizados na execução da obra estradal e que definem o tipo de solo por onde foi construída a estrada no trecho em análise. Possui, portanto tabelas anexas que caracterizam os dados colhidos e calculados de acordo com a norma.

Consta também de um relato completo de como se processou este período estagiário: o que contou com a participação do aluno em prática no campo e o que foi visto pelo mesmo no que se referiu às atividades da empresa. A aparelhagem utilizada, fornecida pelo DER, proporcionou, portanto, os dados necessários para o preenchimento da caderneta de campo e locação feita no trecho Jacú - Barra de Santa Rosa - Pb-137/149, onde se executou a obra.

O B J E T I V O

O estágio tem a finalidade de pôr o aluno em presença da prática, isto é, mostrar a sua responsabilidade e participação diante de uma obra em determinado ramo de seu curso. E o objetivo do relatório, portanto, é descrever e relatar o que foi conhecido e realizado no período estagiário. Este determinado período de tempo põe o aluno a par do que foi executado na obra, os passos dados para tal realização, e as maneiras corretas de como se processam os mesmos para que se obtenha um resultado perfeito da obra elaborada. O relatório é o documento probatório que fixa os conhecimentos adquiridos.

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao DER, na pessoa dos Engenheiros Armando Duarte Marinho e Herminio Soares que muito contribuíram ao grande êxito desse estágio, referente aos conhecimentos adquiridos no mesmo.
- À UFPb, através do coordenador, Ademilson Montes Ferreira, do Curso de Engenharia Civil, que proporcionou a oportunidade de participação em estágio, e ao professor Francisco de Assis Quintans, cuja orientação foi de grande importância no decorrer do período estagiário.
- À ENARQ, pela aceitação e oportunidade de conhecimentos das atividades realizadas na empresa.

Ilmo. Sr.

Coordenador do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia da UFPB - Campina Grande.

O aluno PLINIO VERAS LOBO, regularmente matrriculado no curso de Engenharia Civil deste Centro, sob o n^um^ero de matrícula 7621138-9, vem mui respeitosamente requerer que Vossa Senhoria se digne apreciar o relatório anexo, referente ao estágio supervisionado pelo Professor Francisco de Assis Quintans, determinando, portanto, a quantidade de créditos que faz jus ao relatório e a avaliação do referente orientador do mesmo sobre a participação do aluno.

Nestes termos

Pede deferimento

Campina Grande, 11 de maio de 1981.



PLINIO VERAS LOBO

LOCAÇÃO

A locação do eixo da estrada foi feita de 20 em 20 metros nas tangentes e de 10 em 10 metros nas curvas.

Para facilitar o estaqueamento considerou-se um referencial de nível (RN) de 1000 em 1000 metros ao longo da estrada. Esse referencial é colocado, de preferência, em lugares visíveis e de difícil remoção, e tem por finalidade dar melhor orientação do eixo da rodovia, em determinadas estradas.

A numeração do estaqueamento foi feita em ordem decrescente, pois isso ocorreu devido melhores condições' de locação do acampamento da construtora empreiteira (ENARQ).

A cada estaca longitudinal, marcou-se duas estacas transversais com distância simétrica de 2,50m, definindo, portanto, os bordos da rodovia.

NIVELAMENTO E CONTRA NIVELAMENTO

O nivelamento e contra nivelamento foi realizado geometricamente por meio de níveis de luneta, abrangendo todos os piques da locação da rodovia, levado em consideração que nos trechos retos de 20 em 20 metros e nos curvos de 10 em 10 metros.

SEÇÕES TRANSVERSAIS

As seções transversais foram locadas por nivelamento geométrico, locadas em cada estaca.

DESENHOS DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS

O desenho da seção transversal é feito em papel milimetrado, mostrando assim como se apresenta cada seção

7

ao longo da rodovia. Ela é feita através de levantamentos planimétricos, para fornecer as limitações da largura da rodovia, dando assim condições de calcular aterros e cortes durante cada camada colocada ou retirada ao longo da rodovia, ou seja cubação dos volumes de cortes e aterros.

CUBAÇÃO

Faz-se a topografia dos trabalhos feitos em campo, anotando cortes e aterros em uma caderneta de campo, colhendo assim todos os dados necessários do levantamento. Após tomados esses dados em campo leva-se para o escritório afim de traçar em papel milimetrado o greide dos determinados cortes e aterros, para uma posterior cubação.

A cubação é feita através dos desenhos das seções transversais tirando a área em cada seção. Daí faz-se o somatório total dos cortes e aterros dando assim o volume total acumulado e retirado.

LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO

O levantamento planimétrico é feito ao longo da rodovia tomando uma faixa de domínio de 15 metros em cada lado da rodovia. Essas áreas após serem definidas são cercada em toda sua extensão com arame farpado para melhor segurança da rodovia.

CÁLCULO DO OFF-SET

O off-set nos fornece elementos necessários para execução dos cortes e aterros ao longo da rodovia.

Podemos definir o off-set como sendo a projeção horizontal medida desde o final da plataforma até o ponto

em que o talude atinja o terreno natural, isto é, realizado para ambos os lados da pista, sendo obtidos o off-set esquerdo e direito.

Quando se refere a inclinações temos que os off-set em corte é 3/2 e em aterro 2/3.

EXPLANAÇÃO GERAL

- Regularização
- Sub-Base
- Base
- Pavimento

REGULARIZAÇÃO

Através de análise, como resistência do solo, tamanhos de grãos etc. Faz-se um prévio estudo do terreno que irá definir uma estrada, tendo-se assim uma informação acerca do solo em que se irá trabalhar, para daí se processar o reforço do sub-leiro.

Se a regularização for em terreno virgem tem-se então em primeira mão o desmatamento do terreno afim de se processar a regularização do mesmo. Se for em um leito de uma antiga rodovia se processará quase que identico ao terreno virgem, levando em conta apenas certas considerações como arrançamento, escarificação etc.

Em síntese a regularização consiste em retirar a primeira camada de solo existente, isso devido não ser um solo apropriado, como também conter muitas substâncias orgânicas no solo.

Após feito esse processo faz-se a escarificação no solo com máquinas apropriadas removendo todo o material, procurando limpar o mais que possível através de termos chamados tombos. Depois de feito tal processo faz-se a compactação em camada de 20 em 20cm até obter o nível desejado para al

cançar o reforço do sub-leito.

SUB-BASE

Na superfície do reforço do sub-leito estradal é feito uma escarificação na sua superfície para melhor aderência dos solos entre a próxima camada que irá receber que no caso é a sub-base.

Ela é feita em cima desse sub-leito com a finalidade de oferecer melhor consistência ao pavimento, pois ele requer maiores cuidados tais como material, compactação etc.

BASE

É nesse estágio em que tanto o material utilizado como também a compactação requer todos os cuidados possíveis, pois devido ela estar diretamente ligado ao pavimento irá receber maior esforço tanto assim que o material utilizado tem que ser de ótima qualidade apropriada as suas exigências ou seja material de certa granulometria pedregulhosa devido oferecer melhor índice de compactação.

REVESTIMENTO

O revestimento contava com uma pista de rolamento de 4 metros de largura, possuindo portanto dois metros de faixa de tráfego com uma inclinação de 2% do eixo da rodovia até o acostamento sendo classificada assim como rodovia de 2ª categoria.

Já o acostamento possuía 0,50m de largura com uma inclinação de 5% para cada lado da rodovia.

PROCESSO DE IMPRIMAÇÃO

Concluída a base estar assim a rodovia pre parada para receber as camadas asfálticas na seguinte ordem:

1) Solta-se uma primeira camada de asfalto seguida por outra de brita levando assim um determinado trata mento de brita durante um certo período de tempo.

2) Após esse intervalo de tempo varre-se com vassouras mecânicas para uma outra camada de asfalto a 180° C seguida de outra camada de brita passando antes e após um rolo compactador liso para melhor penetração da brita com tratamento do asfalto, só então podemos liberar o tráfego como mais uma forma de aderência entre brita e asfalto.

CORTES

Os cortes requer escavação do material que constitui o terreno natural, ao longo do eixo e no interior dos limites das seções do projeto, que definem o corpo estradal.

Quanto as operações dos cortes, temos:

- Escavação dos materiais constituintes do terreno natural até o greide da terraplenagem indicado no proje to.

- Transporte dos materiais escavados para aterros e bota-fora.

- Remoção do material de pessima qualidade ao preparo das vunções de aterro.

- Os volumes que iam sendo retirado prove nientes de levantamento topográfico iam sendo somados semanal mente para posterior comparação com o volume total do projeto elaborado por firmas consultoras.

EMPRESTIMOS

As escavações de empréstimos ocorrem devido a escassez de material destinados a aterros, isso devido a qualidade de material retirado dos cortes serem insuficientes, como também podendo ocorrer de o material não ser de ôtima qualidade.

Acontecendo falta de material são estabelecidas jazidas de solos com um prévio análise do solo que se quer utilizar.

ATERROS

Os aterros requer material quer provenientes de corte, quer provenientes de empréstimos de jazidas, isso devido ter que preencher a cota estabelecida pelo projeto.

E N S A I O S

COMPACTAÇÃO DE SOLOS

MÉTODOS DE ENSAIOS

1 - OBJETIVO

Este método fixa o método pelo qual se determina a correlação entre o teor de umidade de solo e sua massa específica aparente, quando a fração de solo que passa na peneira de 19mm é compactada.

2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) Reparador de amostra de 2,5cm de abertura.
- b) Balança com capacidade de 10Kg sensível a 5g.
- c) Balança com capacidade de 1Kg sensível a 0,1g.
- d) Peneiras de 19mm e de 4,8mm de acordo com a especificação: "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos".
- e) Capsulo de porcelana com capacidade de 75ml.
- f) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.
- g) Molde cilíndrico metálico de 15,24cm de diâmetro interno e 17,78cm de altura: cilindro complementar e vase metálica com dispositivo para a fixação ao molde.

h) Soquete cilíndrico de face inferior plana e peso de 4,536Kg equipado com dispositivo para controle de altura de queda.

i) Disco espaçador com 15,08cm de diâmetro e 6,35cm de altura.

j) Espátula com lâmina flexível de cerca de 8cm de comprimento e 2cm de largura.

k) Régua de aço biselada de cerca de 30cm de comprimento.

l) Extrator de amostras do molde cilíndrico.

m) Almofariz a mão de gral recoberta de borracha com a capacidade para 5Kg de solo.

3 - AMOSTRA

a) A amostra recebida será seca ao ar, des^utorroada no laboratório pela mão de gral, homogenizada e reduzi^uda com o auxílio do repartidor de amostras ou por quarteamento até se obter uma amostra representativa de 6000g para solos sil^utosos ou argilosos e 7000g para solos arenosos ou pedregulhosos.

b) Passa-se esta amostra representativa na peneira de 19mm havendo material retido nessa peneira. Procedese a substituição do mesmo por igual quantidade em peso do mate^urial passando nas peneiras de 19mm e na de 4,8mm, obtido de ou^utra amostra representativa.

4 - ENSAIO

a) Fixa-se o molde a base metálica ajusta-se o cilindro complementar e apoia-se o conjunto em vase plana e firme. Compacta-se no molde o meterial com o disco espaçador,

14

com fundo falso, em cinco camadas iguais, de forma a se ter uma altura total de solo de cêrca de 12,5cm. Apôs compactação, cada camada receberá 12 golpes do soquete caindo de 45,72cm distri
buidos uniformemente sobre a superfície da camada.

b) Remove-se o cilindro complementar, ten
do-se entes o cuidado de destacar com a espátula o material a ele aderente. Com uma régua de aço res-se o meterial na altura exata do molde e determina-se com aproximação de 5g o peso do material umido compactado mais o molde, por redução do peso do molde determina-se o peso do material úmido compactado.

c) Remove-se o corpo de prova do molde e re
tira-se de sua parte central uma amostra representativa de cer
ca de 100g para a determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em em estufa a 105° - 110°C até constância do peso. Fa
zem-se as pesadas com aproximação de 0,1g.

d) Desmancha-se novamente o material, jun
tam-se água e torna-se a homogenizar. Compacta-se esse material de acôrdo com a alinea "a" e procedem-se as operações das ali
neas "b" e "c".

e) Repetam-se essas operações para teores '
crescentes de umidade, tantas vezes quantas necessárias para ca
racterizar a curva de compactação. Em geral 5 vezes.

5 - UMIDADE

A partir do ítem 4.c calculam-se os teores de umidade (h) referentes a cada compactação pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$$

omde:

h = teor de umidade em percentagem

Ph = peso do solo umido

Ps = peso do solo em estufa a 105° - 110°C até a constância do peso.

6 - MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO SÊCO COMPACTADO

a) Calcula-se primeiramente a massa específica aparente do solo umido, após cada compactação pela fórmula:

$$h = \frac{P'h}{V}$$

onde:

h = massa específica aparente do solo umido em g/cm³

P'h = peso do solo umido compactado, obtido como indicado no item 4b em g.

V = volume do solo compactado em cm³ (capacidade do molde)

b) Determina-se a seguir a massa específica aparente do solo sêco, após cada compactação, pela fórmula:

$$s = \frac{h \cdot 100}{100+h}$$

onde:

s = massa específica aparente do solo sêco em g/cm³

h = massa específica aparente do solo umido em g/cm³

h = teor de umidade do solo compactado, obtido como indicado no item 5.

7 - CURVA DE COMPACTAÇÃO

Desenha-se a curva de compactação marcando-se ordenadas, as massas específicas aparentes do solo sêco s e em abscissas os teores de umidade correspondentes h.

a) MASSA ESPECÍFICA APARENTE MÁXIMA DO SOLO SÊCO

Este valor é determinado pela ordenada máxima da curva de compactação.

b) UMIDADE ÓTIMA

É o valor da abscissa correspondente na curva de compactação, ao ponto de massa específica aparente máxima do solo sêco.

ENARQ

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

RODOVIA BR-104	TRECHO: REMIGIO - BARRA.	REGISTRO: 2414
PROC. (SL - JAZ - AT) J. BASE - 2041	LOCAL (FURO - EST - LADO) FURO - 129	PROFUNDIDADE: 0,70
NATUREZA: OPERADOR:	CALCULISTA: VISTO:	LABORATÓRIO: D.E.R
CÁPSULA N.º		MOLDE N.º 24
PÊSO BRUTO ÚMIDO		VOLUME DO MOLDE 2080 cm ³
PÊSO BRUTO SECO		PÊSO DO MOLDE 4376 g
TARA DA CÁPSULA		PÊSO DO SOQUETE
PÊSO DA AGUA		ESPESSURA DO DISCO ESPAÇADOR
PÊSO DO SOLO SECO		
UMIDADE	%	
UMIDADE MÉDIA	%	

150

"

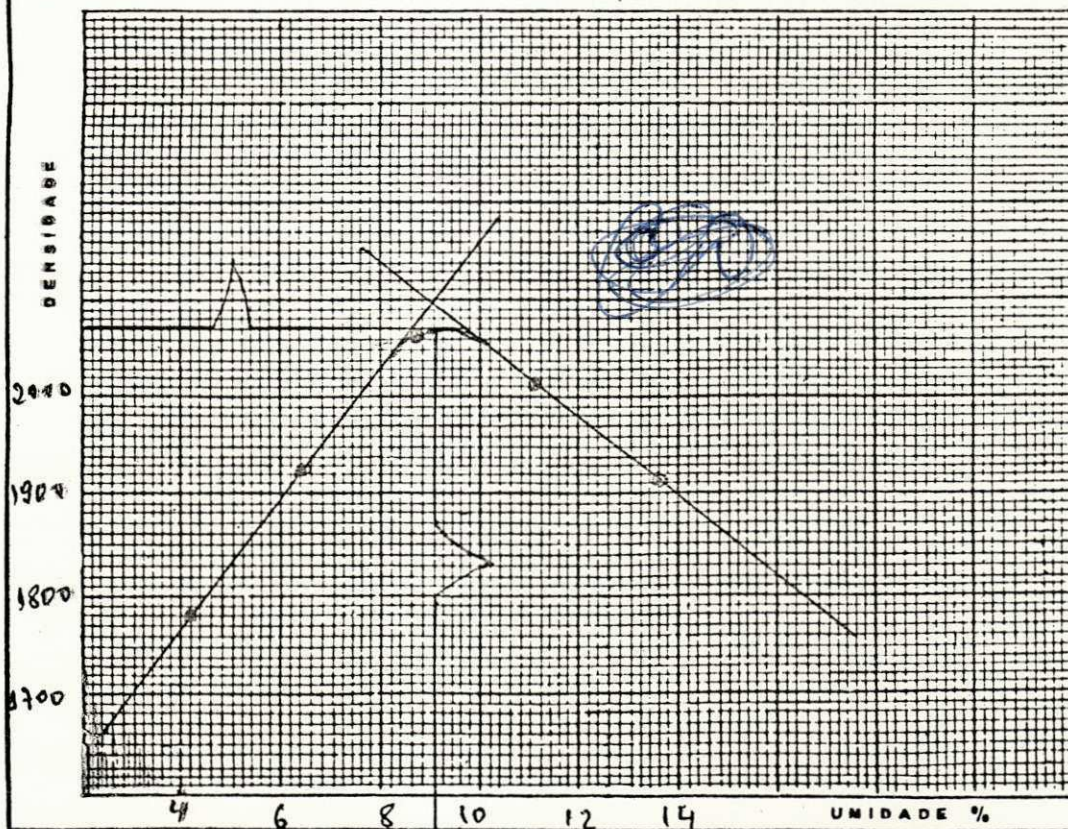
"

"

"

"

PONTO	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO DO SOLO ÚMIDO	DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE							UMIDADE MÉDIA	DENSIDADE DO SOLO SECO
				CÁPSULA N.º	PÊSO BRUTO ÚMIDO	PÊSO BRUTO SECO	PÊSO DA CÁPSULA	PÊSO DA AGUA	PÊSO DO SOLO SECO	UMIDADE		
	g	g	Kg/m ³		g	g	g	g	g	%	%	Kg/m ³
1	8240	3864	1857	3						48,0	4,2	1782
2	8640	4264	2050	57						47,0	6,4	1927
3	9040	4664	2242	47						46,0	8,7	2063
4	9040	4664	2242	20						45,0	11,1	2018
5	8900	4524	2175	30						44,0	13,6	1915
6												



GOLPES P/CAMADA

26

N.º DE CAMADAS

05

D_{max} **2070**

H_{ot} **9,0**

INÍCIO _____

TÉRMINO _____

OBSERVAÇÕES:

PEDRA 2000

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO "IN SITU"
COM EMPREGO DO FRASCO DE AREIA

1 - OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se determina, por intermédio do frasco de areia, a massa específica aparente do solo "in situ". Aplica-se ao subleito e as diversas camadas de solo do pavimento.

2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Frasco de vidro, metálico ou de plástico, com 3,5 litros de capacidade, dotado de gargalo rosqueado e funil provido de registro e de rêsca para se atarrachar ao frasco.

b) Bandeja quadrada de alumínio com cerca de 30cm de lado, com bordos de 2,5cm de altura, com orifício circular no centro, dotado de rebaixo para apoio do funil referido no item anterior.

c) Pá de mão.

d) Balança com capacidade de 10Kg, sensível a 1g.

e) Recipiente que permite guardar amostra sem perda de umidade, antes de sua pesagem.

f) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

g) Balança com a capacidade de 1Kg, sensível a 0,1g.

h) Areia (fração compreendida entre 0,8mm e 0,6mm) lavada sêca e de massa específica aparente a.

3 - DETERMINAÇÃO DO PESO DA AREIA CORRESPONDENTE AO VOLUME DO FUNIL E DO REBAIXO DO ORIFÍCIO NA BANDEJA

a) Monta-se o conjunto frasco+funil, estando o frasco cheio de areia, e pesa-se P_1 .

b) Instala-se o conjunto frasco+funil sobre a bandeja citada em 2b e esta sobre uma superfície plana; abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco, fecha-se o registro, retira-se o conjunto frasco+funil, e pesa-se o conjunto frasco+funil, estando o frasco com a areia restante P_2 .

c) O peso da areia deslocada, que encheu o volume do funil e do rebaixo do orifício da bandeja, será:

$$P_3 = P_1 - P_2$$

4 - DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA -- a

a) Monta-se o conjunto frasco+funil estando o frasco cheio de areia, e pesa-se P_4 .

b) Coloca-se o conjunto frasco+funil sobre a bandeja e esta sobre o bordo de um cilindro, com volume (V) conhecido, tendo 10 a 15cm de altura e diâmetro igual ou menor do que o orifício circular da bandeja; abre-se o registro, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no

interior do frasco e fecha-se o registro, retira-se o conjunto frasco + funil, estando o frasco com a areia restante, pesando Ps.

c) O peso da areia que encheu o cilindro será:

$$P_6 = P_4 - P_5 - P_3$$

onde:

P₃ é o valor obtido conforme o item 3.

d) A massa específica aparente da areia será:

$$a = \frac{P_6}{V}$$

onde:

a = massa específica aparente da areia (g/cm³)

P₆ = valor obtido na alinea "c" (g)

V = volume do cilindro (cm³)

5 - DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO "IN SITU"

a) Limpa-se a superfície do solo onde será feita a determinação, tornando-a, tanto quanto possível plana e horizontal.

b) Coloca-se a bandeja nessa superfície e faz-se uma cavidade cilíndrica no solo, limitada pelo orifício central da bandeja e com profundidade de cerca de 15cm.

c) Recolhe-se na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-o (Ph).

d) Tomam-se imediatamente, cerca de 100g deste solo e determina-se a imidade (h) pelo processo da estufa, do "speedy" ou do álcool.

e) Pesa-se o conjunto frasco + funil, estan

do o frasco cheio de areia, e pesa-se (P₇).

f) Instala-se o conjunto frasco + funil, de modo que o funil fique apoiado no rebaixo do orifício da bandeja. Abre-se o registro do frasco, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco. Fecha-se o registro, retira-se o conjunto frasco + funil, pesando o conjunto com a areia que nele restar (P₈)..

6 - CALCULOS E RESULTADOS

Peso da areia deslocada (P₉) - Determina-se pela diferença:

$$P_9 = P_7 - P_8$$

7 - PESO DA AREIA QUE ENCHE A CAVIDADE DO SOLO (P₁₀)

Determina-se pela diferença entre o peso da areia deslocada (P₉) e o peso da areia determinada conforme o item 3 (P₃).

$$P_{10} = P_9 - P_3$$

8 - MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO ÚMIDO "IN SITU" (h)

Obtem-se pela fórmula:

$$s = h \cdot \frac{100}{100+h}$$

9 - MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO SÊCO "IN SITU" (s)

Obtem-se pela fórmula:

$$s = \frac{h \cdot 100}{100+h}$$

10 - GRAU DE COMPACTAÇÃO

Obtém-se o grau de compactação pela fórmula:

$$GC = \frac{s}{s_1} \cdot 100$$

onde:

s = massa específica aparente do solo sêco "in situ"

s1 = massa específica aparente do solo sêco obtido em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

ENAPQ

DENSIDADE "IN SITU" MÉTODO DO FRASCO DE AREIA

RODOVIA BR-104	TRECHO Remigio - Barra	SUB-TRECHO
CAMADA DO PAVIMENTO M5	EST. 2210 EST. 2235	CALCULISTA D.K.R.
OPERADOR	VISTO	LABORATÓRIO

CAMADA		Nº						
FURO		Nº	443	444	445	446	447	448
PROFUNDIDADE (cm)	DE	—	0	0	0	0	0	0
	A	—	20	20	20	20	20	20
HATA		—						
HSTACA			2210	2215	2220	2225	2230	2235
POSIÇÃO		E - X - D	X	E	X	D	X	E
Pêso do Frasco com Areia	ANTES	A	6000	6000	6000	6000	6000	6000
	DEPOIS	B	2770	2930	2700	3130	2580	3160
	DIFERENÇA	A - B	3230	3070	3300	2870	3420	2840
FUNIL		Nº	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
PÊSO DA AREIA NO FUNIL (g)		C	700	500	700	500	700	500
PÊSO DA AREIA NO FURO (g)		A-B-C=P	2570	2520	2600	2320	2720	2340
DENSIDADE DA AREIA (g/dm³)		d	1329	1329	1329	1329	1329	1329
VOLUME DO FURO (dm)		$v = \frac{P}{d}$	1934	1934	1956	1746	2047	1761
UMIDADE		hZ	8,4	8,4	7,8	7,5	7,5	7,8
PÊSO DO SOLO UMIDO (g)		Ph	43,35	41,75	43,15	38,15	44,95	38,55
PESO DO SOLO SECO (g)		$P_s = \frac{Ph}{100 + h}$	4000	3851	4003	3549	4181	3576
DENSIDADE DO SOLO SECO (g/dm³)		$D_s = \frac{P_s}{V}$	2068	1991	2046	2032	2043	2031
ENS A I O LABORATORIO	REGISTRO	N	—	—	—	—	—	—
	DENS. MÁXIMA (g/dm³)	Dm	1995	1979	1968	1990	1930	1980
	UMIDADE ÓTIMA	hZ	8,2	9,0	8,8	8,2	8,8	8,9
GRAU DE COMPACTAÇÃO		$I_x = \frac{D_s}{D_m}$	104	101	104	102	105	102

U M I D A D E

CÁPSULA	Nº						
PÊSO DO SOLO UMIDO (g)	Ph						
PÊSO DO SOLO SECO (g)	Ps						
PÊSO DA AGUA (g)	$P_a = Ph - P_s$						
UMIDADE	$hZ = \frac{P_a}{P_s}$						

OBSERVAÇÕES

INDICE DE SUPORTE CALIFORNIA DE SOLOS

1 - OBJETIVO

Este método permite determinar o valor relativo do suporte de solos pelo ensaio de amostra deformada, molhada na umidade ótima obtida em um dos ensaios de compactação de solos.

2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Conjunto de bronze ou latão constituído de molde cilíndrico com 15,24cm de diâmetro interno e 17,78cm de altura, com entalhe superior externo em meia espessura, cilindro complementar com 5,08cm de altura, com entalhe inferior interno em meia espessura e prato de bale perfurado com 24cm de diâmetro, com dispositivo para fixação do molde cilíndrico antes referido.

b) Disco espaçador maciço de aço com 15,08cm de diâmetro e 6,35cm de altura.

c) Soquete cilíndrico de bronze ou latão para compactação de face inferior plana, de altura de queda de 45,72cm com 4,536Kg de peso e 5,08cm de diâmetro de face inferior.

d) Prato perfurado de bronze ou latão, com 14,92cm de diâmetro e 5mm de espessura, com haste central de bronze ou latão; ajustável, constituída de uma parte fixa rosqueada e de uma camisa rosqueada internamente, recartilhada externamente com a face superior plana para contato com o extensômetro.

e) Tripé, porta-extensômetro, de bronze ou

latão, com dispositivo para fixação do extensômetro.

f) Disco anelar de aço para sobrecarga, dividido diametralmente em duas partes, com 2,268Kg de peso total com diâmetro externo de 14,92cm e diâmetro interno de 5,39cm.

g) Extensômetro com curso mínimo de 10mm graduado em 0,01mm.

h) Prensa para determinação do índice suporte califórnia composta de:

I) Quadro formado por base e travessa de ferro fundido e 4 tirantes de aço apresentando a travessa um entalhe inferior para suspensão de um conjunto dinamométrico.

II) Macaco de engrenagem de operação manual por movimento giratório de uma manivela, com duas velocidades acompanhado de um prato reforçado ajustável ao macaco, com 24cm de diâmetro para suportar o molde.

III) Conjunto dinamométrico com capacidade para 4.000Kg sensível a 2,5Kg constituído por: anel de aço com dimensões compatíveis com carga acima apresentada, com dispositivo para se fixar ao entalhe da travessa; extensômetro graduado em 0,001mm, fixo ao centro do anel para medir encurtamentos' diametraís; pistão de penetração de aço com 4,96cm de diâmetro e com uma altura de cerca de 19cm variável conforme as condições de ensaio, fixo a parte inferior do anel; e extensômetro graduado em 0,01mm, com curso maior que 12,70mm fixo lateralmente ao pistão de maneira que seu pino se apoie no borde superior do molde.

i) Extrator de amostras do molde cilíndrico para funcionamento por meio de macaco hidráulico, com movimento alternativo de uma alavanca.

j) Balde de chapa de ferro galvanizado com capacidade de cerca de 20 litros, com fundo de diâmetro mínimo' de 25cm.

21

k) Papel de filtro circular de cêrca de 15cm de diâmetro.

l) Balança com capacidade de 20Kg, sensível a 5g.

3 - AMOSTRA

a) A amostra recebida será sêca ao ar, de formada no almofariz pela mão de gral, homogenizada e reduzida, com o auxílio do repartidor de amostras ou por querteamento, até se obter uma amostra representativa de 6000g para solos silto sos ou argilosos e 7000g para solos arenosos ou pedregulhosos.

b) Rapa-se esta amostra representativa na peneira de 19mm, havendo meterial retido nessa peneira, proce de-se a substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando na de 19mm e retido na de 4,8mm, obtido de ou tra amostra representativa conforme a alinea "a".

c) Repetem-se as operações referidas nas a lineas "a" e "b" tantas vezes quantos corpos de prova tiverem a ser moldados, geralmente cinco.

4 - ENSAIO

a) Moldagem do corpo de prova. Fixa-se o molde a sua base metálica. Ajusta-se o cilindro complementar e apoia-se o conjunto em base plana e firme. Compacta-se no molde o material referido no ítem 3 com o disco espaçador especifica do no ítem 2b com o fundo falso, em cinco camadas iguais de for ma a se ter uma altura total de solo de cêrca de 12,5cm após a compactação. Cada camada receberá 12 golpes do pés (caso de ma terial de sub-base e base) caindo de 45,72cm distribuidos uni formemente sobre a superfície da camada.

b) Remove-se o cilindro complementar, tendo-se antes o cuidado de destacar, com o auxílio de uma faca, o material a ele aderente. Com uma régua rígida bisseada rapa-se o material na altura exata do molde e determina-se com aproximação de 5g o peso do material úmido compactado.

c) Retira-se do material excedente da moldagem uma amostra representativa de cerca de 100g para a determinação da umidade. Pesa-se esta amostra e seca-se em estufa a 105°-110°C até constância de peso, e fazem-se as passagens com a aproximação de 0,1g.

Calcula-se a umidade do corpo de prova moldado pela fórmula:

$$h = \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$$

h - umidade em porcentagem

Ph - peso do material úmido

Ps - peso do material seco

d) Repetem-se essas operações a, b e c para teores crescentes de umidade, utilizando amostras de solo não trabalhadas, tantas vezes quantas necessárias para caracterizar a curva de compactação. Estes corpos de prova moldados serão utilizados nos ensaios de expansão e penetração

5 - CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO SECO

O cálculo da massa específica aparente do solo seco compactado de cada corpo de prova moldado como descrito no item 4 na umidade b, é feito como segue:

a) Determina-se primeiramente a massa específica aparente úmida (h) de cada corpo de prova, pela fórmula:

$$h = \frac{Ph}{V} \text{ em g/cm}^3$$

onde:

P'h = peso do solo compactado em g.

V = volume do solo úmido compactado em cm³.

b) A seguir se obtem a massa específica aparente do solo sêco compactado (s) pela fórmula:

$$s = h \frac{100}{100+h} \text{ em g/cm}^2$$

h = teor de umidade do solo compactado.

ANÁLISE GRANULOMETRICA DE SOLOS POR PENEIRAMENTO

1 - OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se procede a análise granulométrica de solos por peneiramento.

2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Peneiras de 50 - 38 - 25 - 19 - 9,5 - 4,8 - 2,0 - 1,2 - 0,6 - 0,30 - 0,15 e 0,075mm. Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

b) Agitador par peneiras, com dispositivo para fixação desde uma peneira até seis, inclusive tampa e fundo.

c) Repartidores de amostra de 1,3 e 2,5cm de abertura.

d) Balança com capacidade de 200g sensível a 0,01g.

e) Balança com capacidade de 1Kg sensível a 5g.

f) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

g) Capsula de porcelana com capacidade de 500ml.

h) Almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade de 5Kg de solo.

i) Recipiente cilíndrico, aberto com capaci

dade de 5 litros, munido de bico vertedor, para desagregar por lavagem a amostra de solo.

j) Tabuleiro de chapa de ferro galvanizado, com 50cm x 30cm x 6cm de altura.

3 - AMOSTRA

a) A amostra de solo como recebida do campo deverá ser sêca ao ar ou pelo uso de aparelho secador, de modo que a temperatura da amostra não exceda 60°C, a menos que experiência previa tenha mostrado que uma maior temperatura não mudará as características do solo. A seguir desagregam-se completamente os torrões no almofariz com a mão de gral recoberta de borracha ou com auxílio de dispositivo mecânico, de maneira que evite reduzir o tamanho natural das partículas do solo.

b) Reduz-se todo o material preparado segundo a alínea "c" com o auxílio do repartidor de amostras ou pelo quarteamento, até se obter uma amostra representativa de cerca de 1500g para solos argilosos ou siltosos e de 2000g para solos arenosos ou pedregulhosos, do restante do material e separada uma porção para determinação da umidade higroscópica, conforme o item 4.

c) O peso da amostra representativa obtido na alínea b, com aproximação de 5g, é anotado como peso total da amostra sêca ao ar.

4 - UMIDADE HIGROSCÓPICA

Toma-se cerca de 50g de material sêco ao ar que passa na peneira de 2,0mm e determina-se sua umidade pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$$

- b - teor de umidade em percentagem
- Ph - pêsos do material úmido
- Ps - pêsos do material sêco em estufa a 105° - 110°C, até constancia de pêsos.

5 - ENSAIO

a) Coloca-se a amostra representativa obtida segundo o ítem 3 no recipiente referido no ítem 2j, com água, esfregando-a com as mãos afim de desagregar os torrões de solos existentes. Verte-se a amostra com a água de lavagem através das peneiras de 2,0mm e de 0,075mm, colocadas uma sobre a outra, tomando-se a precaução de remover para as citadas peneiras, com de jato de água, o material que ainda permanecer no recipiente. A peneira de 2,0mm é usada somente com o objetivo de evitar que o material de diâmetro maior venha sobrecarregar a de 0,075mm, danificando sua malha.

Transfere-se as frações da amostra retidas nas peneiras mencionadas, sempre com o auxílio do jato d'água para o recipiente e repetem-se as operações de lavagem no recipiente e repetem-se as operações de lavagem no recipiente e nas peneiras, como antes descritas, até que a água de lavagem se apresente e limpa.

b) As frações da amostra retidas nas peneiras de 2,0mm e de 0,075mm, após lavadas, com água corrente, diretamente nestas peneiras, serão transferidas, com auxílio de jato d'água, para a cápsula de porcelana de 500ml, e sacas em estufas a 105° - 100°C até constância do pêsos.

c) Procedese, a seguir, ao peneiramento do material sêco contido na cápsula de porcelana, na série desejada de peneiras, constituída da peneira escolhida dentre as referidas no ítem 2a, pesam-se com a aproximação de 0,1g as frações da amostra retidas nas peneiras consideradas.

6 - CÁLCULOS E RESULTADOS

a) Peso da amostra total sêca - somam-se os pesos das frações da amostra retidas na peneira de 2,0mm e nas de maior abertura de malha.

b) Da diferença entre o peso total da amostra sêca ao ar (amostra representativa, ítem 3) e o pêsso obtido na alínea "a" resulta o pêsso da fração da amostra sêca ao ar , que passa na peneira de 2,0mm.

c) O produto do pêsso obtido na alínea "b" pelo fator de correção $\frac{100}{100+h}$, em que h é a umidade higroscópica, obtida segundo o ítem 4, é o peso da fração da amostra sêca que passa na peneira de 2,0mm.

d) A soma dos pêsos obtidos nas alíneas "a" e "c" será o pêsso da amostra total sêca.

7 - PORCENTAGEM DA AMOSTRA TOTAL SÊCA RETIDA EM CADA PENEIRA

Com o peso da fração retida em cada uma das peneiras, obtido conforme o ítem 5c, calcula-se a porcentagem em relação ao pêsso da amostra total sêca.

8 - PORCENTAGEM ACUMULADA DE MATERIAL SÊCO EM CADA PENEIRA

Obtem-se somando-se a porcentagem retida nesta peneira as porcentagens retidas nas peneiras de aberturas maiores.

9 - PORCENTAGEM DE MATERIAL SÊCO PASSANDO EM CADA PENEIRA

Obtem-se subtraindo-se de 100 a porcentagem acumulada em cada peneira, obtida conforme o ítem anterior.

C B R - DETERMINAÇÃO DO "ÍNDICE SUPORTE CALIFÓRNIA"

D A D O S	UNIDADES →	HIGROSCÓPICA →	DE MOLDAGEM →	DE SAT.
Densidade máxima - Dem = <u>2080</u> g/l	Cápsula n.º	<u>50</u>	<u>32</u>	$hsat = \left(\frac{1}{D_s} \cdot \frac{1}{d}\right) 100$
Umidade ótima - hot = <u>9,2</u> % = <u>9,2</u>	Peso bruto úmido	<u>50,00</u>	<u>50,00</u>	$hsat = \quad \quad \quad \%$
Umid. higroscópica - hi = <u>20</u> % = <u>20</u>	Peso bruto seco			
Diferença - hot - hi = <u>7,2</u> % = <u>7,2</u>	Tara da cápsula			
Cilindro n.º <u>26</u>	Peso da água			GRAU DE SAT.
Altura - H = <u>1147</u> cm	Peso do solo seco			$G = \frac{him}{hsat} \cdot 100$
Volume - V = <u>2060</u> cm ³	Teor de umidade	<u>49,0</u>	<u>45,8</u>	
Tara - T = <u>4395</u> g	Teor médio de unid.	hi = <u>20</u> %	hni = <u>9,2</u> %	G = <u>100%</u>

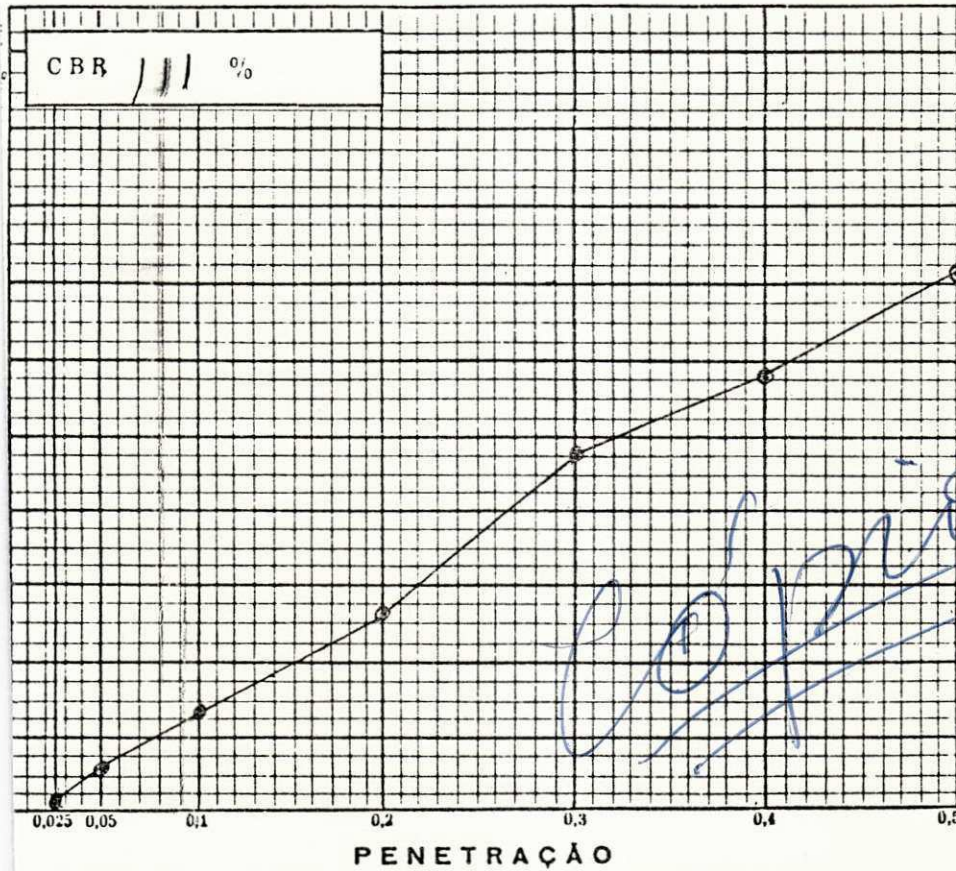
ENSAIO DE PENETRAÇÃO

Penetração			Leitura do manómetro	Pressões Kg/cm ²		
Tempo	Pol	m m		Determinada	Padrão	%
30 s	0,025	0,63	<u>60</u>	<u>6,4</u>		
1 min.	0,05	1,27	<u>200</u>	<u>21,2</u>		
2 min.	0,1	2,54	<u>500</u>	<u>53,0</u>	70	<u>76</u>
4 min.	0,2	5,08	<u>1100</u>	<u>116,6</u>	105	<u>111</u>
6 min.	0,3	7,62	<u>1700</u>	<u>180,2</u>	133	
8 min.	0,4	10,16	<u>2200</u>	<u>233,2</u>	161	
10 min	0,5	12,70	<u>2700</u>	<u>286,2</u>	182	

EXPANSÃO DE AMOSTRAS IMERSAS

Datas		Leitura do Deflectóm. m m	Diferença m m	Expansão %
Dia	Hora			
<u>28</u>	<u>8,0</u>	<u>0,00</u>		
<u>1</u>	<u>"</u>			
<u>2</u>	<u>"</u>			
<u>3</u>	<u>"</u>			

CURVA PRESSÃO — PENETRAÇÃO



CÁLCULOS P/ MOLD. DO C. P.

Peso de solo úmido total
 $P_h = \underline{6000}$ g

Peso retido na peneira n.º 4
 $P_r 4 = \underline{2000}$ g

Peso passando na peneira n.º 4
 $P_s 4 = \underline{4000}$ g

Peso seco passando na peneira n.º 4
 $P_s = \frac{P_s 4}{100 + h} \cdot 100 = \underline{3921}$ g

Água a juntar
 $A = P_s (hot - hi) + absorção$
 $A = \underline{283} + \underline{40}$
 $A = \underline{323}$ g

VERIFICAÇÃO DA MOLDAGEM

Peso bruto do c. p. úmido
 $P_{bh} = \underline{9090}$ g

Peso do c. p. úmido
 $P_h = P_{bh} - T = \underline{46,95}$ g

Densidade do c. p. úmido
 $D_h = \frac{P_h}{V} = \underline{2279}$ g/l

Densidade do c. p. seco
 $D_s = D_h \frac{100}{100 + hm} = \underline{2087}$ g/l

UMIDADE APÓS A IMERSÃO

Peso bruto do c. p. após a imersão
 $P_{bim} = \quad \quad \quad$ g

Peso do c. p. após a imersão
 $P_{im} = P_{bim} - T = \quad \quad \quad$ g

$him = \left(\frac{100 + hm}{100 P_h}\right) P_{im} \cdot 100 = \quad \quad \quad \%$

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

C. B. R. = $\frac{70}{105} \cdot 100 = \underline{\quad \quad \quad} \cdot 100$

Observações: _____

ENARQ

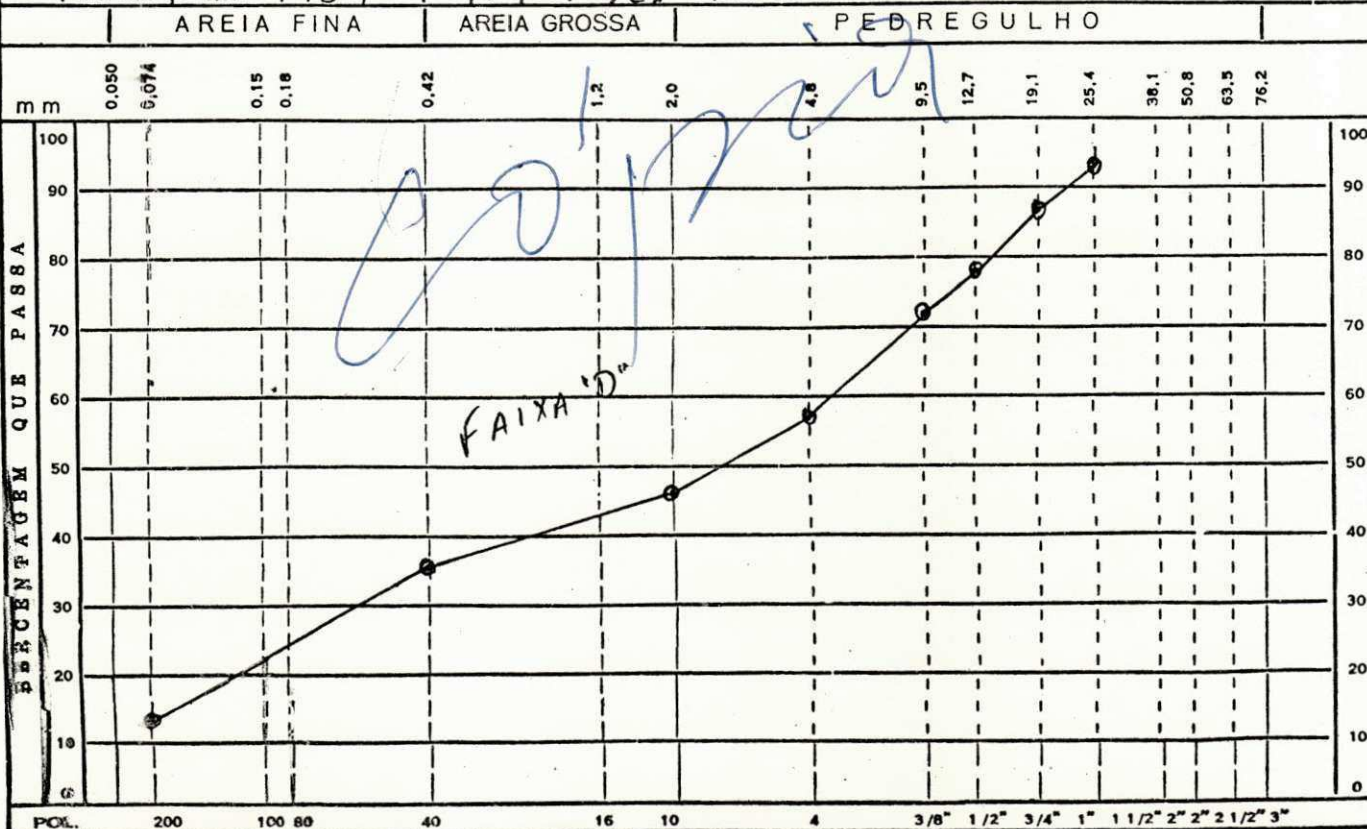
GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

RODOVIA BR-104	TRECHO Remigio - Barra	REGISTRO 2414
PROCEDÊNCIA (SL, JAZ, AT, ETC.) BASE	LOCAL (FURO, EST., LADO) F-129-2041	PROFUNDIDADE em 0-70
OPERADOR	CALCULISTA	LABORATÓRIO D.E.R.
DATA	VISTO	

UMIDADE	97 %	%	AMOSTRA	TOTAL	PARCIAL
CÁPSULA N.º			CÁPSULA N.º	57	93
PESO BRUTO ÚMIDO	50,00		PESO BRUTO ÚMIDO		
PESO BRUTO SECO			PESO ÚMIDO	211500	150
TARA DA CÁPSULA			PESO RETIDO NA PEN. 10		
PESO DA ÁGUA			PESO ÚMIDO PASS. PEN. 10		
PESO DO SCLO SECO	4920		PESO SECO PASS. PEN. 10		
UMIDADE			PESO DA AMOSTRA SECA	14764	31476
UMIDADE MÉDIA	116				

PENEIRAMENTO

PENEIRAS						CONSTANTES						
AMOSTRA TOTAL	Pol.	mm	PESO RETIDO PARCIAL COL. 1	PESO QUE PASSA ACUMULADO COL. 2	% QUE PASSA AM TOTAL COL. 3	Pol.	K 1 = $\frac{100 + \frac{1}{2}}{2}$ = 0,68			K 2 = $\frac{4}{3}$ = 0,031		
	3"	76,2					3"	2/3 DA N.º 40 23			RETIDO EM 2" 0	
2 1/2"	63,5					2 1/2"	OBSERVAÇÕES SUB - JASIDA DE BASE					
2"	50,8				2"							
1 1/2"	38,1				1 1/2"							
1"	25,4	110,0	13664	93%	1"							
3/4"	19,1	70,0	12964	88%	3/4"							
1/2"	12,7	150,0	11464	78%	1/2"							
3/8"	9,5	90	10564	72%	3/8"							
N.º 4	4,8	195,0	8614	58%	N.º 4							
N.º 10	2,0	180,0	6814	46%	N.º 10							
AMOSTRA PARCIAL			COL. 4	COL. 5	COL. 6							
N.º 40	0,42		33,8	1138	35%	N.º 40						
N.º 80	0,16					N.º 80						
N.º 200	0,074		734	404	12%	N.º 200						



EQUIVALENTE DE AREIA

1 - OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se determina o equivalente de solos ou de agregados miudos.

2 - DEFINIÇÕES

O equivalente de areia (Ea) é uma relação volumétrica que corresponde a razão entre a altura do nível superior da areia e a altura do nível superior da suspensão argilosa de uma determinada quantidade de solo ou de agregado miúdo numa proveta, em condições estabelecidas neste método.

3 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Peneira de 4,8mm, de acordo com a especificação peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

b) Proveta cilíndrica, transporte de vidro ou matéria plástica de 32mm de diâmetro interno e cerca de 43cm de altura, graduada de 2 em 2mm, até pelo menos 38cm, a partir da base, ou apresentando dois círculos de referência a 10cm e a 38cm, respectivamente da base.

c) Tubo lavador de cobre ou latão de 6,4mm de diâmetro externo e 50cm de comprimento. A extremidade inferior é fechada em forma de cunha, tendo dois orifícios de 1mm de diâmetro perfurados nas faces da cunha e junto a ponta.

33

d) Garrafão com capacidade de 5 litros, do tado de sifão constituído de rólha de borracha com dois furos e de um tubo de cobre dobrado. O garrafão é colocado 90 cm acima da mesa de trabalho.

e) Tubo de borracha de 5mm de diâmetro in terno com uma pinça de mohr ou dispositivo similar para inter romper o escoamento. Este tubo é usado para ligar o tubo lava dro ao sifão.

f) Pistão constituído por uma haste metáli ca de 46cm de comprimento, tendo na extremidade inferior uma sa pata conica de 25,4mm de diâmetro. A sapata possui tres peque ños parafusos de ajustagem que permitem contra-la com folga na proveta. Um disco perfurado, que se adapta ao topo da proveta, serve de guia para haste. Um lastro cilindrico é preso a extre midade da haste para completar ao pistão o peso de 1Kg.

g) Recipiente de medida, com capacidade de 88ml.

h) Funil para colocar o solo na proveta.

4 - REAGENTES E SOLUÇÕES

a) Soluções concentradas - Para 5 litros de solução concentrada prepara:

557g cloreto de cálcio anidro.

25,10g (2010ml) de glicerina U.S.P.

57,5g (55ml) de solução de fomaldeido a 40% em volume.

Dissolver o cloreto de cálcio em 2 litros de água destilada, agitando energicamente a solução. Esfriar a so lução e filtra-la através do papel whatman nº 12 ou equivalen te. Adicionar a glicerina e o fomaldeido a solução com água des tilada ou água corrente limpa.

b) Solução de trabalho - Dividir 125ml da

solução concentrada em água destilada ou água corrente limpa até completar 5 litros, misturando cuidadosamente. A água duvidosa deve ser verificada comparando-se os resultados dos ensaios de equivalente de areia em amostras idênticas, empregando-se soluções preparadas com a água duvidosa e com água destilada.

5 - AMOSTRA

A amostra é obtida com o material que passa na peneira de 4,8mm, se a amostra inicial não estiver úmida deverá ser umedecida antes do peneiramento. Se o agregado grão do apresentar finos aderentes que não desprendam durante o peneiramento, deve-se seca-lo e esfrega-lo com as mãos, juntando-se os finos resultantes ao material que passou na peneira.

6 - ENSAIO

a) Abre-se a pinça do tubo de ligação. Adiciona-se o sifão soprando-se no topo do garrafão que contém a solução, através de um pequeno tubo. Verificada o escoamento da solução fecha-se a pinça.

b) Sifona-se a solução de trabalho para a proveta, até atingir o traço de referência a 10cm da base.

c) Transfere-se para a proveta, com auxílio do funil o conteúdo de um recipiente de medida cheio de amostra preparada e rasada a superfície o conteúdo do recipiente correspondente a cerca de 110g de material solto. Bate-se o fundo da proveta firmemente com a palma da mão várias vezes, a fim de deslocar as bolhas de ar e ajudar a molhar a amostra. Deixa-se a seguir, a proveta em repouso durante 10 minutos.

d) Após o período de 10 minutos, tapa-se a proveta com a rolha de borracha e agita-se a mesma vigorosamente

te, num movimento alternado horizontalmente. Executam-se 90 ci clos em aproximadamente 30 segundos, com um deslocamento de cêr ca de 20cm. Cada ciclo compreende um movimento completo de vai vêm a fim de agitar satisfatoriamente a amostra.

e) Retira-se a rólha e introduz-se o tubo lavador lavam-se as paredes rapidamente e imediatamente insere-se o tubo até o fundo da proveta. Quando o líquido atingir o círculo de referência superior da proveta (a 38cm da base) sus pende-se o tubo lavador lentamente sem parar o escoamento e de tal modo que aquele nível se mantenha aproximadamente constante. Regula-se o escoamento pouco antes de se retirar completamente o tubo e ajusta-se o nível naquele traço de referencia. Deixa-se repousar 20 minutos sem perturbação qualquer vibração ou movi mento da proveta durante esse período interferirá com a veloci dade normal de sedimentação da argula em suspensão e será causa de erro no resultado.

f) Após o período de 20 minutos, determina-se o nível superior da suspensão argilosa. Lê-se com precisão ' de 2mm.

g) Introduce-se o pistão cuidadosamente na ' proveta até assentar completamente na areia. Gira-se a haste li geiramente, sem empurra-la para baixo, até que um dos parafusos de ajustagem torne-se visível. Nesta posição desloca-se o disco que corre na haste até que ele assente na boca da proveta, fi xando-se a haste por meio de um parafuso nele existente. Determi na-se o nível do centro de um dos parafusos de ajustagem e ado ta-se como leitura correspondente ao nível superior da areia. Es ta pode ser também determinado medindo-se a distância entre o topo do disco que se apoia na boca da proveta e a base inferior do peso cilíndrico e subtraindo-se desta, a mesma distância, me dida quando a sapata esta assente no fundo da proveta.

7 - CÁLCULOS

Calcula-se o E.A. como se segue:

$$E.A. = \frac{\text{Leitura no topo da areia}}{\text{Leitura no topo da argila}} \times 100$$

ou

$$E.A. = \frac{K - d_2}{380 - d_1} \times 100$$

onde:

d_1 - Distância do traço de referência superior da proveta ao nível da suspensão argilosa em mm.

d_2 - Distância do topo do disco que se apoia na boca da proveta à gase inferior do cilindro do pistão quando a sapata estiver apoiada na areia, em mm.

K - Cte do aparelho quando a sapata do pistão estiver assente no fundo da proveta, em mm.

LIMITE DE LIQUIDEZ DE SOLOS

1 - OBJETIVO

Este método fixa o modo pelo qual se determina o limite de liquidez de solos.

2 - APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

a) Aparelho com os característicos e dimensões indicados na figura, calibrado para que a altura de queda da concha seja de 1cm.

b) Cinzéis

c) Balança com capacidade de 200g, sensível a 0,01g.

d) Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110°C.

e) Recipiente que permitem guardar amostras sem perda de umidade antes de sua pesagem.

f) Cápsula de porcelana com capacidade de 500ml.

g) Espátula com lâmina flexível de cerca de 8cm de comprimento e 2cm de largura.

3 - AMOSTRAS

Da amostra obtida, de acôrdo com o ítem 5b do método "Preparação de amostras de solos para ensaios de caracterização DPT M 41", tomam-se cêrca de 70g.

4 - ENSAIO

a) Coloca-se a amostra na cápsula e junta-se água destilada em quantidade suficiente para se obter uma massa plástica. Deve-se adicionar a água aos poucos, misturando-se continuamente com a espêtula, até completa homogenização' de massa.

b) Transfere-se com a espátula parte da massa assim obtida para a concha do aparelho, moldando-a a tal maneira que em sua parte central, a espessura seja de aproximadamente 1cm.

c) Com um dos cinteis (o julgado mais adaptável aotipo de solo em ensaio), divide-se a massa de solo em duas partes, abrindo-se uma canelura em seu contro, normalmente a articulação da concha.

d) Coloca-se cuidadosamente a concha no aparelho e logo a seguir golpeia-se, acionando a manivela, a razão de duas voltas por segundo, até que as bordas inferiores a canelura se numa em 1cm de comprimento, anota-se o número de golpes.

e) Transfere-se imediatamente uma pequena quantidade do material de junto às bordas que se uniram para o recipiente e detremina-se a umidade pela fórmula:

$$h = \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$$

onde:

h = teor da umidade em porcentagem

Ph = pêsso do material úmido.

5 - RESULTADO

O limite da plasticidade é expresso pela medida dos teores de umidade obtidos como foi indicado.

1) Calcula-se o índice de plasticidade de um solo pela diferença numérica entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade.

2) Quando o limite de liquidez ou o limite de plasticidade não puderem ser determinados, anota-se o índice de plasticidade como não plástico.

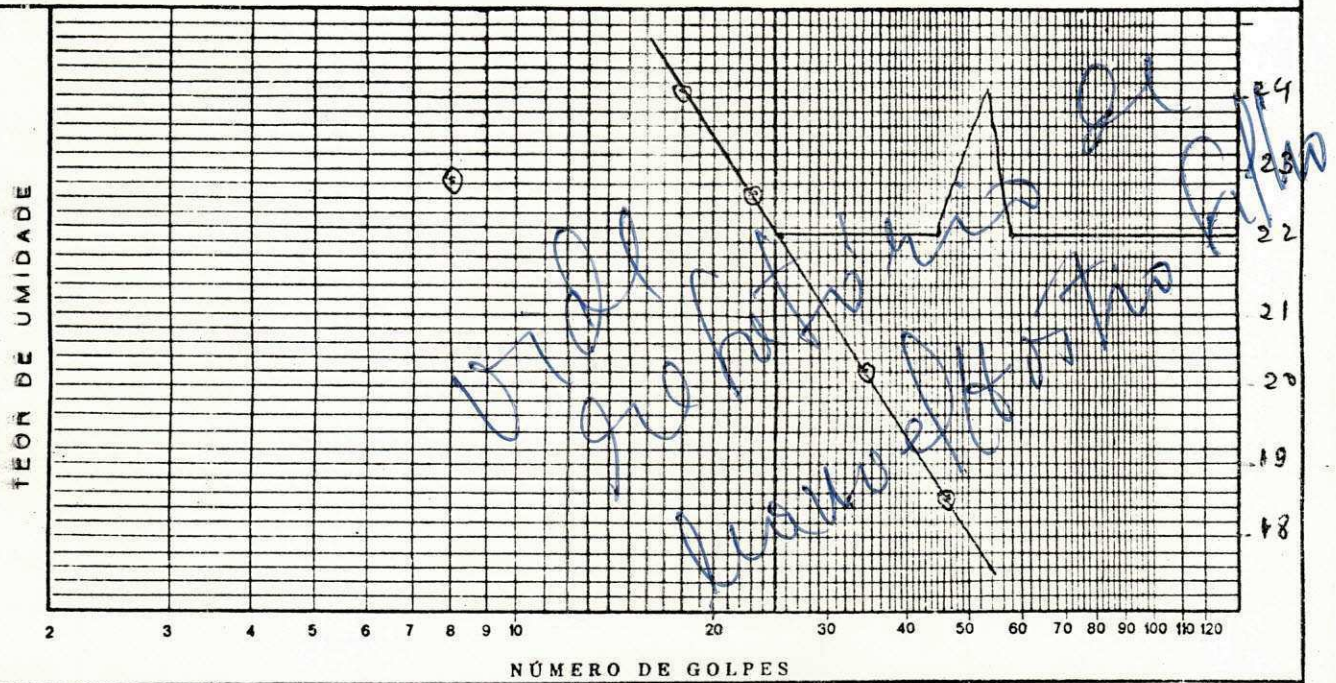
3) Quando o solo for extremamente arenoso o ensaio do limite de plasticidade deve ser feito antes do ensaio do limite de liquidez. Se o limite de plasticidade não puder ser determinado, anota-se ambos como não plástico.

4) Quando o limite de plasticidade for igual ou maior que o limite de liquidez, anota-se o índice de plasticidade como não plástico.

RODOVIA BR-104	TRECHO REMIGIO - BARRA	REGISTRO 2026
PROCEDENCIA (SL, JAZ, AT, ETC) EMP EST. 2547	LOCAL (FURO, EST., LADO) EST 2552 LE	PROFUNDIDADE (cm)
OPERADOR DATA	CALCULISTA VISTO	LABORATÓRIO DER

LIMITE DE LIQUIDEZ

	CÁPSULA N.º	127	67	256	153	113	OBSERVAÇÕES
1	CÁPSULA N.º	127	67	256	153	113	
2	N.º DE GOLPES	8	18	23	34	46	CAMADA FINAL
3	PESO BRUTO ÚMIDO	17,83	17,70	16,79	18,58	15,90	
4	PESO BRUTO SECO	15,68	15,75	14,85	17,14	14,65	
5	TARA DA CÁPSULA	6,31	7,66	6,26	10,00	7,90	
6	PESO DA ÁGUA	2,15	1,95	1,94	1,44	1,25	
7	PESO DO SOLO SECO	9,37	8,09	8,59	7,14	6,75	
8	UMIDADE	22,9	24,1	22,6	20,2	18,5	



LIMITE DE PLASTICIDADE

	CÁPSULA N.º	349	323	345	315	319	
1	CÁPSULA N.º	349	323	345	315	319	
2	PESO BRUTO ÚMIDO	8,91	8,36	8,69	8,73	8,27	LL 22,1 %
3	PESO BRUTO SECO	8,18	7,80	8,08	8,14	7,74	LP 17,7 %
4	TARA DA CÁPSULA	4,77	4,65	4,75	4,72	4,68	IP 4,4 %
5	PESO DA ÁGUA	0,73	0,56	0,61	0,59	0,53	LC _____ %
6	PESO DO SOLO SECO	3,66	3,15	3,33	3,42	3,06	
7	UMIDADE	19,9	17,8	18,3	17,3	17,3	

FATORES DE CONTRAÇÃO

1	NÚMERO DA CÁPSULA		7	VOLUME DA CÁPSULA	
2	PESO BRUTO ÚMIDO		8	VOL. DO MERCURIO DESLOC.	
3	PESO BRUTO SECO		9	MUDANÇA DE VOLUME cm3	
4	PESO DA CÁPSULA		10	PERCENTAGEM DA ÁGUA	
5	PESO DA ÁGUA		11	PERC. DA MUDANÇA DE VOL.	
6	PESO DO SOLO SECO		12	LIMITE DE CONTRAÇÃO	

L. C. MÉDIA _____



MAPA DE CUBAÇÃO

Rodovia: _____ Estacas: _____ Folha N.º _____

Trecho: _____ Data: / / _____

Firma(s) Construtora(s): _____

Estacas	Áreas		Soma		D/2	Volume		Volume Parcial	
	Corte	Aterro	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro
2502	1,50		3,60		10	36,00			
2501	2,20		3,70		"	37,00			
2500	3,00		5,20		"	52,00			
2499	0,80		3,80		"	38,00			
2498	1,00		1,80		"	18,00			
2497	1,00		2,00		"	20,00			
2496	0,30		1,30		"	13,00			
2495	0,70		1,00		"	10,00			
2494	2,10		2,80		"	28,00			
2493	2,70		4,80		"	48,00			
2492	5,60		8,30		"	83,00			
2491	4,90		10,50		"	105,00			
2490	5,20		10,10		"	101,00			
2489	4,10		9,30		"	93,00			
2488	2,50		6,60		"	66,00			
2487	1,70		4,20		"	42,00			
2486	1,90		3,60		"	36,00			
2485	2,50		4,40		"	44,00			
2484	3,00		5,50		"	55,00			
2483	6,00		9,00		"	90,00			
2482	5,60		11,60		"	116,00			
2481	6,30		11,90		"	119,00			
2480	5,50		11,80		"	118,00			
2479	5,20		10,70		"	107,00			
2478	4,00		9,20		"	92,00			
2477	4,40		8,40		"	84,00			
2476	4,40		8,80		"	88,00			
2475	3,70		8,10		"	81,00			
2474	1,80		5,50		"	55,00			
2473	1,30		3,10		"	31,00			
2472	2,40		3,70		"	37,00			

C O N C L U S Ã O

Quanto ao estágio, conclue-se que foi de grande utilidade no que diz respeito a prática do programa cumprido em Estradas e Transportes, e Mecânica dos Solos, cadeiras vista no curso de Engenharia Civil. Esteve-se em contato com o Laboratório de Solos no Campo, e o terreno natural da estrada, tendo-se portanto, maior noção sobre topografia, cálculo de seções transversais e longitudinais, cálculo do volume de cortes e aterros, fazendo assim com que houvesse uma ampla visão sobre a construção de estradas.

Pode-se dizer também que houve grande aproveitamento em conhecimentos humanos, isto é, houve bom relacionamento entre os membros da equipe de trabalho, propondo assim melhor experiência sobre pessoas e suas maneiras de relacionamento.

Sobre o relatório, houve aproveitamento na parte de comunicação, pois proporciona uma oportunidade de se expressar o que foi feito em prática.

Portanto, tanto o relatório quanto o estágio foram de grande importância na aprendizagem da vida prática.

*Atenção memória de
calcular dos estudos,
como também nós
registrou nenhum
indispensável do
projeto.*