

Misturas betuminosas – determinação do módulo de resiliência

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 133/94

Página 1 de 5

RESUMO

Este documento, que é uma norma técnica, estabelece o método para determinar o módulo de resiliência de misturas betuminosas, de utilidade para projeto de pavimentos flexíveis. Prescreve a aparelhagem usada e condições para obtenção do resultado.

ABSTRACT

This document presents the procedure for determination of the resilient modulus for bituminous mixtures for flexible pavement design. It prescribes the apparatus and conditions for the obtention of result.

SUMÁRIO

0 APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 DEFINIÇÃO

4 APARELHAGEM

5 AMOSTRA

6 ENSAIO

7 RESULTADO

Anexo Normativo

0 APRESENTAÇÃO

Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-ME 133/86 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se inalterável o seu conteúdo técnico.

1 OBJETIVO

Este método prescreve o modo pelo qual se determina o módulo de resiliência de misturas betuminosas utilizando o equipamento de compressão diametral de carga repetida.

Misturas betuminosas – determinação do módulo de resiliência

Norma Rodoviária

DNER-ME 133/94

Método de Ensaio

Página 2 de 5

2 REFERÊNCIAS

2.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-ME 133/86, designada Determinação do módulo de resiliência de misturas betuminosas;
- b) Pinto, S. e Preussler, E.S. – Módulos resilientes de concretos asfálticos, anais do 5º encontro de asfalto do Instituto Brasileiro de Petróleo – 1980;
- c) Preussler, E. S. e Pinto, S. – Proposição de método para projeto de reforço de pavimentos flexíveis, considerando a resiliência, anais da 17ª reunião anual de pavimentação da ABPv – 1982.

3 DEFINIÇÃO

O módulo de resiliência (MR) de misturas betuminosas é a relação entre a tensão de tração (s_t), aplicada repetidamente no plano diametral vertical de uma amostra cilíndrica de mistura betuminosa e a deformação específica recuperável (e_t) correspondente à tensão aplicada, numa dada temperatura (T):

$$MR = \left(\frac{s_t}{e_t} \right) T$$

4 APARELHAGEM

Está esquematizada na Figura anexa, sendo constituída de:

- a) sistema pneumático de carregamento, composto de:
 - regulador de pressão para aplicação de carga vertical repetida (F);
 - válvula de transmissão de carga vertical;
 - cilindro de pressão e pistão de carga;
 - dispositivo mecânico digital (“timer”) para controle do tempo de abertura da válvula e frequência de aplicação de carga vertical;
- b) sistema de medição de deformação da amostra, constituído de:
 - dois transdutores mecânico – eletromagnéticos tipo LVDT (“Linear variable differential transformer”);
 - suporte para fixação dos LVDT na amostra;
 - oscilógrafo e amplificador com características apropriadas para uso com os transdutores.

Nota : O princípio de funcionamento dos transdutores LVDT consiste em transformar as deformações durante o carregamento repetido em potencial elétrico, cujo valor é

Misturas betuminosas – determinação do módulo de resiliência

Norma Rodoviária

DNER-ME 133/94

Método de Ensaio

Página 3 de 5

registrado no oscilógrafo. Uma pré-calibração é necessária, a fim de correlacionar as deformações com os valores dos registros;
e) estrutura de suporte com acessórios.

5 AMOSTRA

O corpo-de-prova destinado ao ensaio pode ser obtido diretamente do campo por extração através de sonda rotativa ou fabricado em laboratório, de forma cilíndrica, com altura entre 3,50 com a 6,50 cm e diâmetro de $10 \pm 0,2$ cm.

6 ENSAIO

6.1 MONTAGEM DO CONJUNTO

- posicionar o corpo-de-prova no interior do suporte para fixação dos transdutores;
- colocar o corpo-de-prova na base da estrutura de suporte, entre dois cabeçotes curvos;
- fixar e ajustar os transdutores de modo a se obter registro no oscilógrafo;
- observar o perfeito assentamento do pistão de carga e dos cabeçotes no corpo-de-prova.

6.2 APLICAÇÃO DA CARGA

6.2.1 Fase de condicionamento do corpo-de-prova

- aplicar 200 vezes uma carga vertical repetida (F) diametralmente no corpo-de-prova, de modo a se obter uma tensão (s_i) menor ou igual a 30% da resistência à tração determinada no ensaio de compressão diametral estático. Recomenda-se a aplicação da menor carga (F), capaz de fornecer um registro mensurável no oscilógrafo. A frequência de aplicação da carga (F) é de 60 ciclos por minuto, duração de 0,10 segundo.

6.2.2 Registro das deformações no oscilógrafo

- após o procedimento anterior, registrar no oscilógrafo a deformação resiliente para 300, 400 e 500 aplicações da carga (F).

7 RESULTADO

Com os valores obtidos são calculados os módulos de resiliência, através da expressão:

$$MR = \frac{F}{\Delta H} (0,997 6m + 0,269 2)$$

Misturas betuminosas – determinação do módulo de resiliência

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 133/94

Página 4 de 5

Onde:

- MR = módulo de resiliência, kgf/cm²;
 F = carga vertical repetida aplicada diametralmente no corpo-de-prova, kgf;
 Δ = deformação elástica ou resiliente registrada no oscilógrafo, para 300, 400 e 500 aplicações da carga (F), cm;
 H = altura do corpo-de-prova, cm;
 m = coeficiente de Poisson.

Ou, para F em Newton:

$$MR = \frac{F}{100\Delta \cdot H} (0,9976m + 0,2692)$$

- MR = módulo de resiliência, MPa;
 F = carga vertical repetida aplicada diametralmente no corpo-de-prova, N ;
 Δ = deformação elástica ou resiliente registrada no oscilógrafo, para 300, 400 e 500 aplicações da carga (F), cm;
 H = altura do corpo-de-prova, cm;
 m = coeficiente de Poisson.

- Notas :** 1) Recomenda-se valor de 0,30 para o coeficiente de Poisson;
 2) O módulo de resiliência do corpo-de-prova enviado será a média aritmética dos valores determinados a 300, 400 e 500 aplicações de carga (F);
 3) Quando a temperatura de ensaio não for especificada, o módulo de resiliência deverá ser determinado na temperatura de 30°C ± 1°C.

ANEXO NORMATIVO

FIGURA – ESQUEMA DO EQUIPAMENTO PARA ENSAIO DE COMPRESSÃO DIAMETRAL DE CARGA REPETIDA

