



COMISIÓN PERMANENTE
DEL ASFALTO



DVP
DIRECCION DE VIALIDAD PROVINCIAL
PROVINCIA DEL CHACO

TALLER

30 de junio de 10 a 14 hs.
**Diseño de Mezclas
Asfálticas en Caliente**

1

**DISEÑO DE MEZCLAS
ASFÁLTICAS**

DENSAS DE GRANULOMETRÍA CONTINUA

2

MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA

3

PROCESO DE DISEÑO

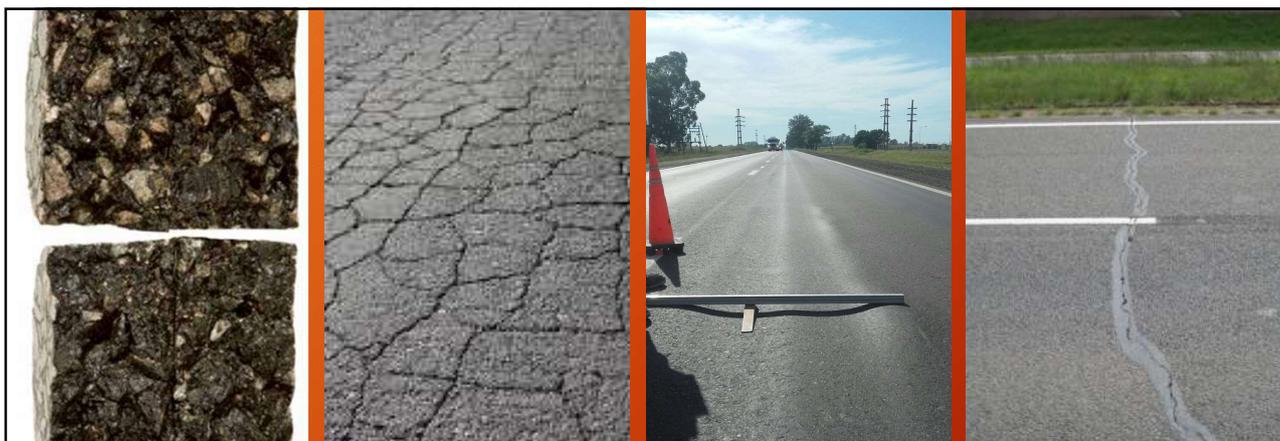
ASPECTOS A CONSIDERAR

```

    graph LR
      A[ASPECTOS A CONSIDERAR] --- B[ESTRUCTURALES]
      A --- C[FUNCIONALES]
      B --- D[SOLICITACIONES DEL TRÁNSITO]
      B --- E[SOLICITACIONES DEL CLIMA]
      C --- F[CONFORT]
      C --- G[SEGURIDAD]
      C --- H[TRABAJABILIDAD]
  
```

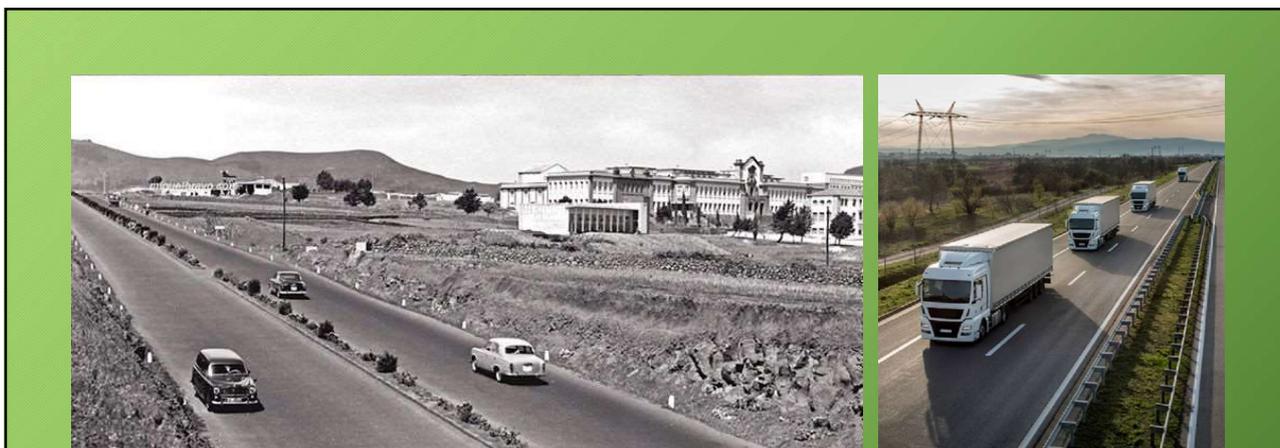
Surface
Base
Subbase
Subgrade

4



ASPECTOS MECÁNICOS

5



BREVE REPASO DE LA HISTORIA

6

HUBBARD FIELD

- Creado en la década de 1920.
 - Charles Hubbard y Frederick Field.
- Asphalt Association (luego Asphalt Institute).
- Compactación de probetas por impacto.
- Parámetros volumétricos.
 - Vacíos.
 - VMA.
 - No se consideraba absorción.
- Parámetros mecánicos.
 - Estabilidad.
- Elección de contenido óptimo de asfalto.
 - Vacíos y estabilidad.

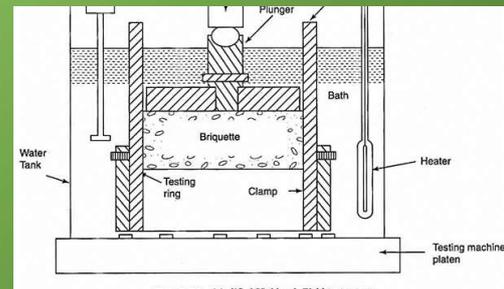
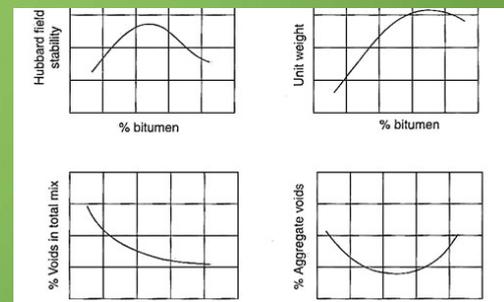
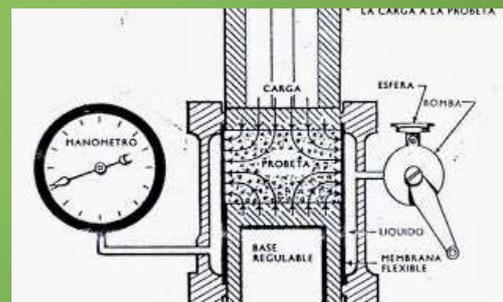


FIG. 6.78 Modified Hubbard-Field test setup.

7

HVEEM

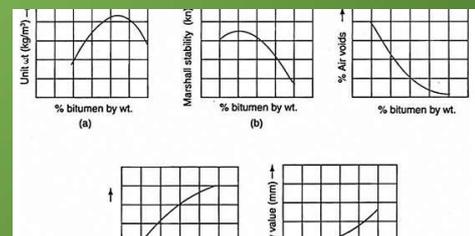
- Primera aparición en década de 1930.
- California.
- Contenido óptimo de asfalto.
 - Basado en la superficie específica y absorción.
- Compactación por amasado.
- Parámetros mecánicos.
 - Estabilidad.
 - Cohesión.
- Parámetros volumétricos.
 - No considerados inicialmente.
 - En la década de 1980 se incorporan los vacíos.
- Ensayo para daño por humedad.



8

MARSHALL

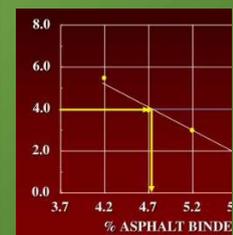
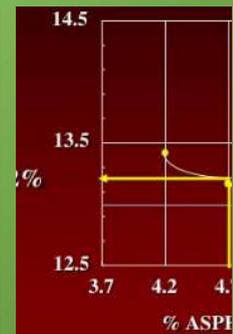
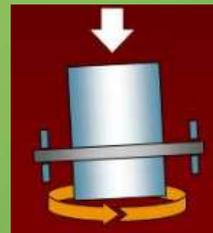
- Desarrollado entre los años 1930/1940.
 - Mississippi
- Compactación por impacto.
 - Estandarización de la energía de compactación.
- Parámetros volumétricos.
 - No considera inicialmente absorción ni VAM.
 - En 1956 James Rice desarrolla la medición de la DMT.
 - En 1962, Asphalt Institute incluyen los VAM y la absorción.
- Parámetros mecánicos.
 - Estabilidad y fluencia.
- Ensayo de daño por humedad.
 - Estabilidad retenida.



9

SUPERPAVE

- Desarrollado entre los años 1987 to 1993.
- Parte de Strategic Highway Research Program.
- Introduce compactador giratorio.
 - Efecto de amasado.
 - Monitoreo de la evolución en la compactación.
- Nivel 1, basado en parámetros volumétricos.
 - Porcentaje de vacíos
 - VMA.
 - VFA.
- Ensayo ITR para daño por humedad.
- Relación gravimétrica filler/ligante asfáltico.



10

PROCESO DE DISEÑO

- 1.- SELECCIÓN DE MATERIALES
- 2.- DISEÑO DE LA ESTRUCTURA GRANULAR
- 3.- SELECCIÓN CONTENIDO DE ASFALTO
- 4.- VERIFICACIÓN DE RELACIÓN FILLER/ASFALTO
- 5.- VERIFICACIÓN SENSIBILIDAD HUMEDAD
- 6.- VERIFICACIÓN COMPORTAMIENTO MECÁNICO



11

1 ELECCIÓN AGREGADOS PETREOS

- NIVEL Y TIPO DE TRÁNSITO
- UBICACIÓN DENTRO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL
 - Fricción neumático –pavimento
 - Nivel de sollicitación
- DISPONIBILIDAD
 - Volúmen
 - Regularidad en la calidad

- PROPIEDADES INTRÍNSECAS
 - Resistencia a la abrasión
 - Resistencia al pulimento
 - Inalterabilidad
- PROPIEDADES GESTIONABLES
 - Caras de fractura
 - Partículas elongadas
 - Partículas lajosas



12

1 ELECCIÓN DEL LIGANTE ASFÁLTICO

TEMPERATURAS DURANTE LA VIDA EN SERVICIO

NIVEL DE TRÁNSITO

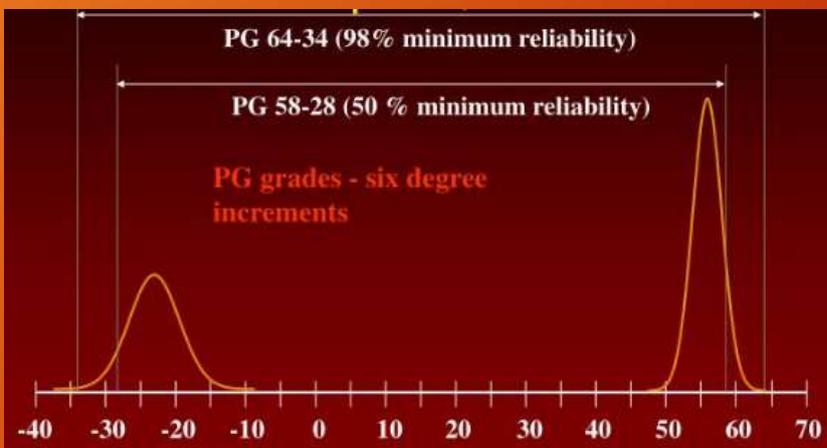
TIPO DE TRÁNSITO

- CLASIFICACIÓN POR PENETRACIÓN
- CLASIFICACIÓN POR VISCOSIDAD
- CLASIFICACIÓN POR COMPORTAMIENTO



13

1 ELECCIÓN DEL LIGANTE ASFÁLTICO



Standard S grade	traffic < 3 million ESAL's
Heavy H grade	traffic > 3 million ESAL's
Very Heavy V grade	traffic > 10 million ESAL's
Extreme E grade	traffic > 30 million ESAL's

14

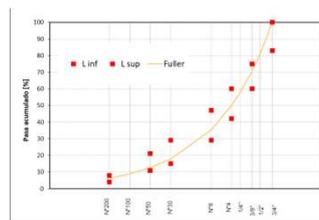
2 ESQUELETO GRANULAR

- ESTRUCTURA RESISTENTE A SOLICITACIONES DE CARGAS.
 - Interlocking.
- SUFICIENTE ESPACIO INTERGRANULAR.
 - Para contener asfalto.
 - Y lograr vacíos que eviten exudaciones.
- MACROTEXTURA.
 - Adherencia neumático-pavimento.
- TRABAJABILIDAD ADECUADA.
 - Elaboración (envuelta o recubrimiento).
 - Colocación (segregación).
- CONTENIDO DE FINOS.
 - Conformación de un mastic correcto.



15

ESQUELETO GRANULAR



$$p = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$$

Donde:
 p = porcentaje en peso que pasa por el tamiz.
 d = abertura (diámetro) de cada tamiz.
 D = tamaño máximo (diámetro) del árido.



16

ESQUELETO GRANULAR PRELIMINAR

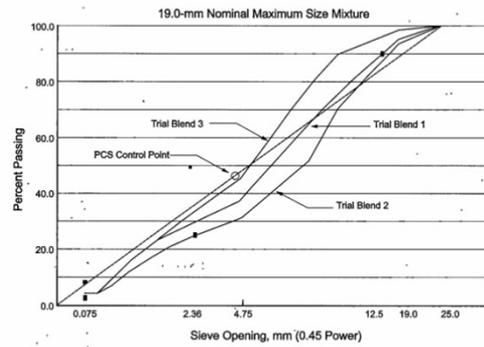


Figure 1—Evaluation of the Gradations of Three Trial Blends (Example)

Standard Practice for

**Superpave Volumetric Design
for Asphalt Mixtures**

AASHTO Designation: R 35-14¹

AASHTO

17

Estimate Pb with 4% Va

- $P_b, \text{ est} = P_{bi} - [0.4 \cdot (4 - V_a \text{ at } N \text{ des})]$
- Rule: 1 % Air Voids = 0.4 % Binder

ESQUELETO GRANULAR

18

Estimate VMA at N_{des} w/ 4% V_a

■ $VMA, est = VMA + C (4 - V_a \text{ at } N \text{ des})$

– C = constant (either 0.1 or 0.2)

– C = 0.1, when V_a is less than 4.0%

– C = 0.2, when V_a is 4.0% or g

ESQUELETO GRANULAR

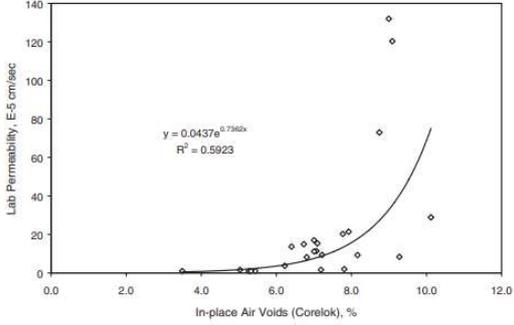
19

EN BASE A PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS

**3 ELECCIÓN
CONTENIDO ASFALTO**

20





V_a [%]

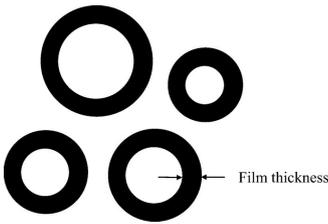
PORCENTAJE DE VACÍOS DE LA MEZCLA COMPACTADA

21

VAM

[%]

PORCENTAJE DE VACÍOS DEL AGREGADO MINERAL



$$VMA = 100 \times \frac{V_a + V_{bc}}{V_{mb}}$$

Voids in the Mineral Aggregate (VMA), Percent Minimum				
Nominal Maximum Aggregate Size (NMAS), mm				
37.5	25.0	19.0	12.5	9.5
11.0	12.0	13.0	14.0	15.0

22

CONTENIDO DE ASFALTO

EN BASE A PARÁMETROS
VOLUMÉTRICOS DE PROBETAS
COMPACTADAS



23



PROCESO MEZCLADO

T@mezclado

24

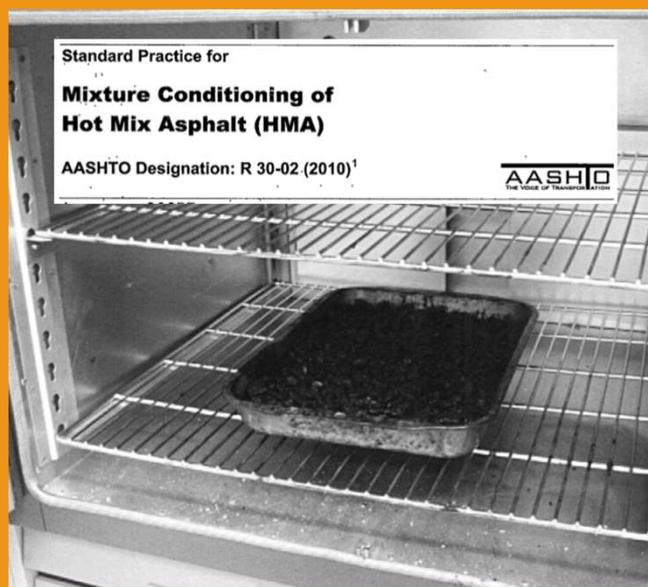


PROCESO MEZCLADO

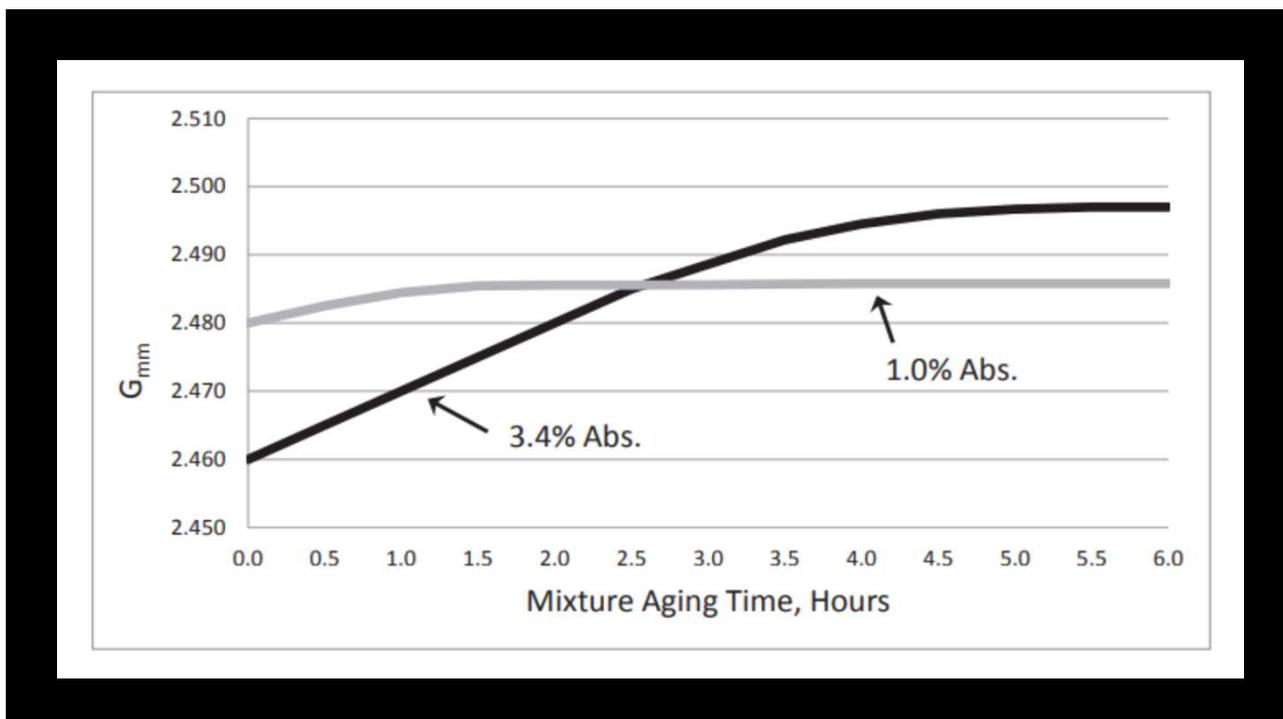
T@mezclado

25

ACONDICIONAMIENTO PREVIO



26



27



28

ram pressure
600 kPa

150-mm mold

30 gyrations per minute

1.16 degrees

T@COMPACTACIÓN

29

Standard Specification for
Superpave Volumetric Mix Design
AASHTO Designation: M 323-13¹

AASHTO
The Gold Standard of Transportation

Table 1—Superpave Gyratory Compaction Effort

Design ESALs ^a (million)	Compaction Parameters			Typical Roadway Application ^b
	$N_{initial}$	N_{design}	N_{max}	
< 0.3	6	50	75	Applications include roadways with very light traffic volumes, such as local roads, county roads, and city streets where truck traffic is prohibited or at a very minimal level. Traffic on these roadways would be considered local in nature, not regional, intrastate, or interstate. Special purpose roadways serving recreational sites or areas may also be applicable to this level.
0.3 to < 3	7	75	115	Applications include many collector roads or access streets. Medium-trafficked city streets and the majority of county roadways may be applicable to this level.
3 to < 30	8	100	160	Applications include many two-lane, multilane, divided, and partially or completely controlled access roadways. Among these are medium to highly trafficked city streets, many state routes, U.S. highways, and some rural Interstate
≥ 30	9	125	205	Applications include the vast majority of the U.S. system, both rural and urban in nature. Special applications such as truck-weighing stations or truck-climbing lane roadways may also be applicable to this level.

$$N_{ini} = (N_{des})^{0.45}$$

$$N_{max} = (N_{des})^{1.10}$$

30



ENERGÍA DE COMPACTACIÓN

SIMULACIÓN EN LABORATORIO

31

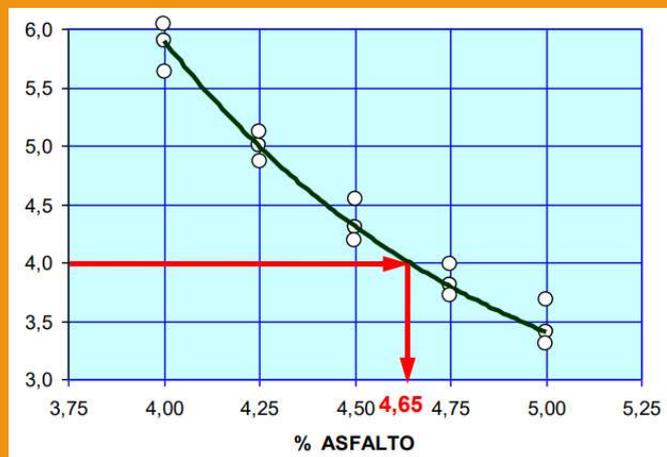
SUPERPAVE 5

Superpave 5: Constructing Asphalt Pavement with Road Air Voids Equal to Design Air Voids

Modify laboratory asphalt mixture design compaction as it relates to field compaction in order to increase in-place durability without sacrificing rutting performance

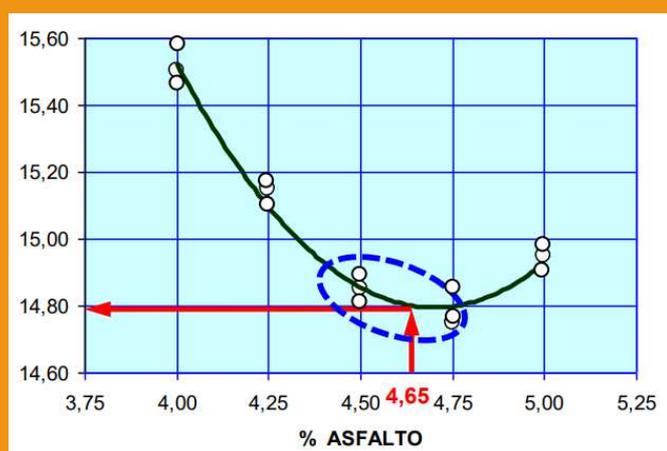
32

PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS PORCENTAJES DE VACÍOS



33

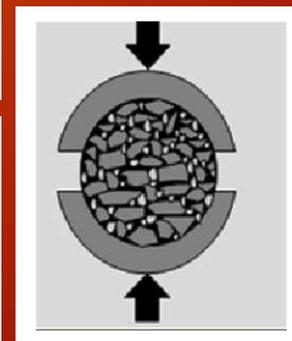
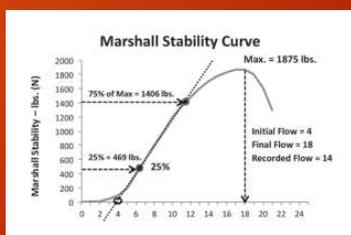
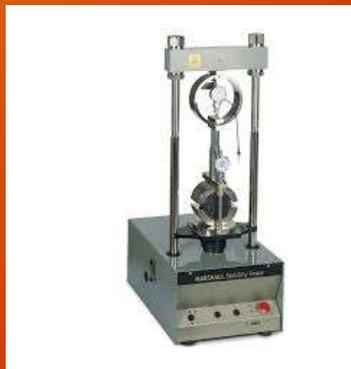
PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS VAM



34

MÉTODO MARSHALL

PARAMETROS MECÁNICOS



35

PROCESO DE DISEÑO

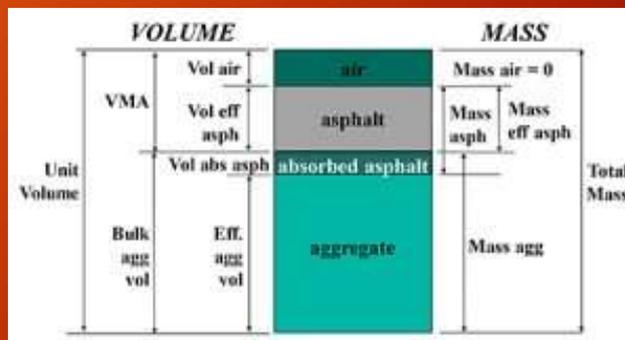
PROPIEDADES VOLUMÉTRICAS

SI

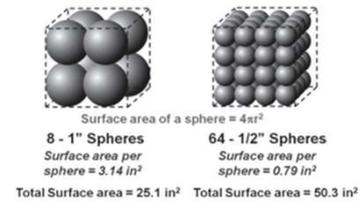
• NECESARIAS

NO

• SUFICIENTE



36



4 RELACIÓN FILLER ASFALTO

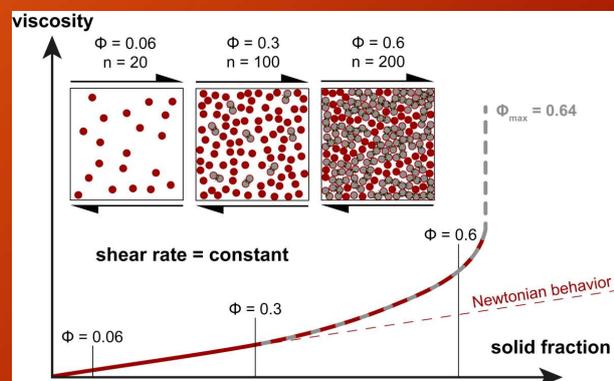
VOLUMÉTRICAMENTE

37

RELACIÓN FILLER ASFALTO

$$\eta_{cv} = \eta_o * e^{k * Cv}$$

- η_{cv} : Viscosidad del mastic
- η_o : Viscosidad del asfalto
- Cv : Concentración en volumen del filler
- $Cv = V_{filler} / (V_{filler} + V_{asfalto})$
- k : Depende del tamaño y forma de las partículas del filler



38

DETERMINACIÓN DE C_s

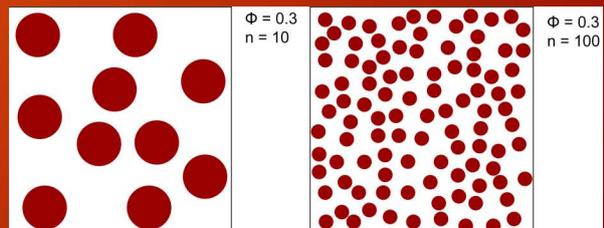


39

RELACIÓN FILLER ASFALTO

$$C_v < C_s$$

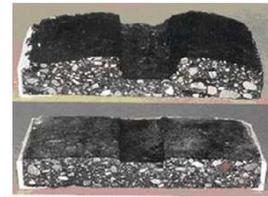
- C_s = Concentración crítica.
- C_v : Concentración en volumen del filler
- $C_v = V_{\text{filler}} / (V_{\text{filler}} + V_{\text{asfalto}})$



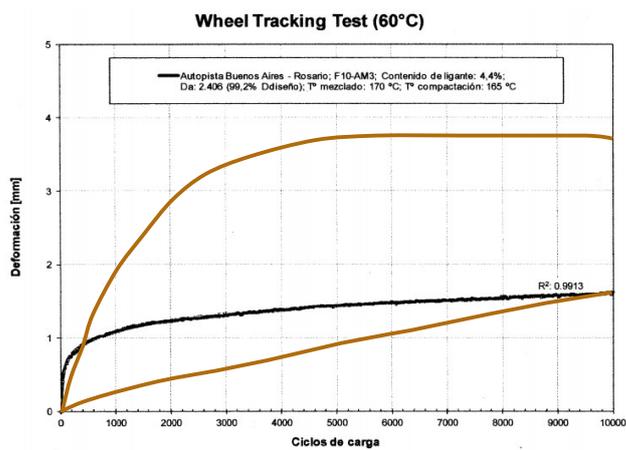
40

5 DEFORMACIONES PERMANENTES

VERIFICACIÓN DE RESPUESTA



41



$$PRD = \frac{D_{10000}}{\text{Espesor}} \quad [\%]$$

$$WTS = \frac{D_{10000} - D_{5000}}{5} \left[\frac{\text{mm}}{10^3 \text{ ciclos}} \right]$$

42

Diagram illustrating the mechanism of moisture damage in asphalt. It shows water being pulled into the aggregate structure, creating interconnected voids and increasing pore pressure, which leads to damage. Labels include: Pulling, Aggregate, Interconnected voids, and Pore pressure build up.

Central image showing a cross-section of asphalt labeled **Árido** (dry) and **Asfalto**.

Right side images showing photographs of damaged asphalt surfaces, including cracking and delamination.

6 DAÑO POR HUMEDAD

MECANÍSMO DE FALLA

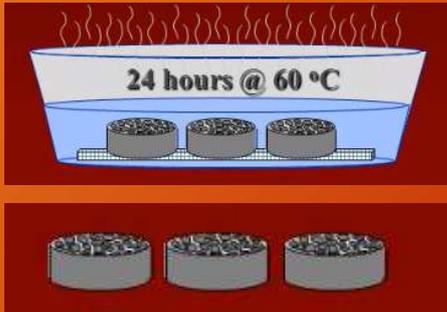
43

Five photographs illustrating different types of moisture damage in asphalt: cross-sections of delaminated layers, surface raveling, water on a road surface, and a large pothole filled with water.

DAÑO POR HUMEDAD

44

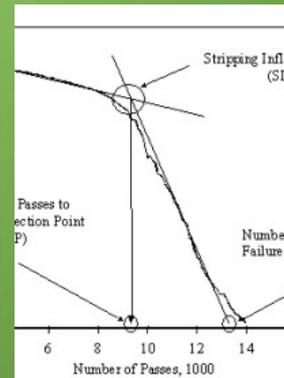
DAÑO POR HUMEDAD



$$ITSR = 100 \times \frac{ITSw}{ITSD}$$

$\geq 80\%$

45



DAÑO POR HUMEDAD

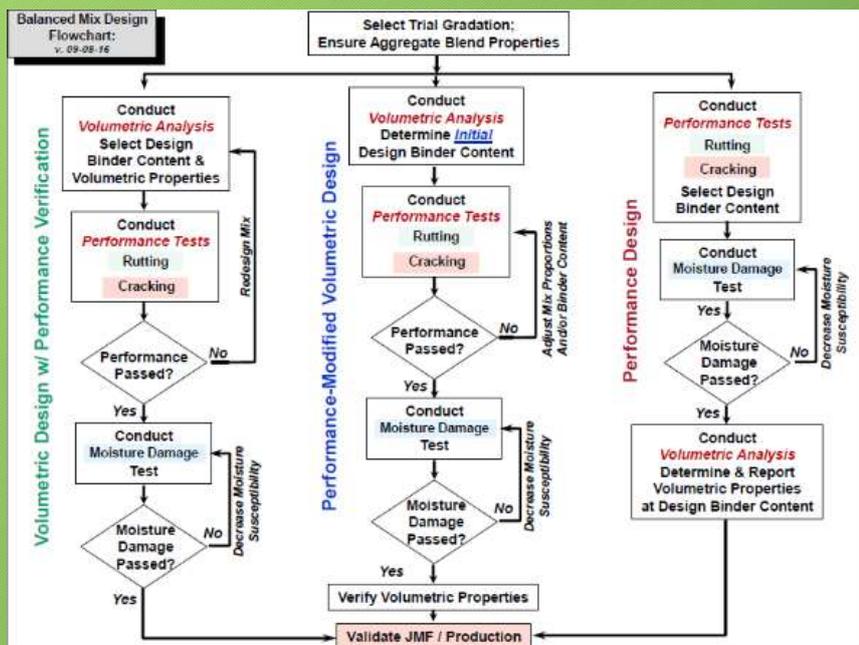
46

DISEÑO BALANCEADO

Balanced Mix Design Approaches



47



48



MUCHAS GRACIAS