



Seminario de Mezclas Asfálticas Recicladas: Módulo I

Dr. Ing. Francisco Morea

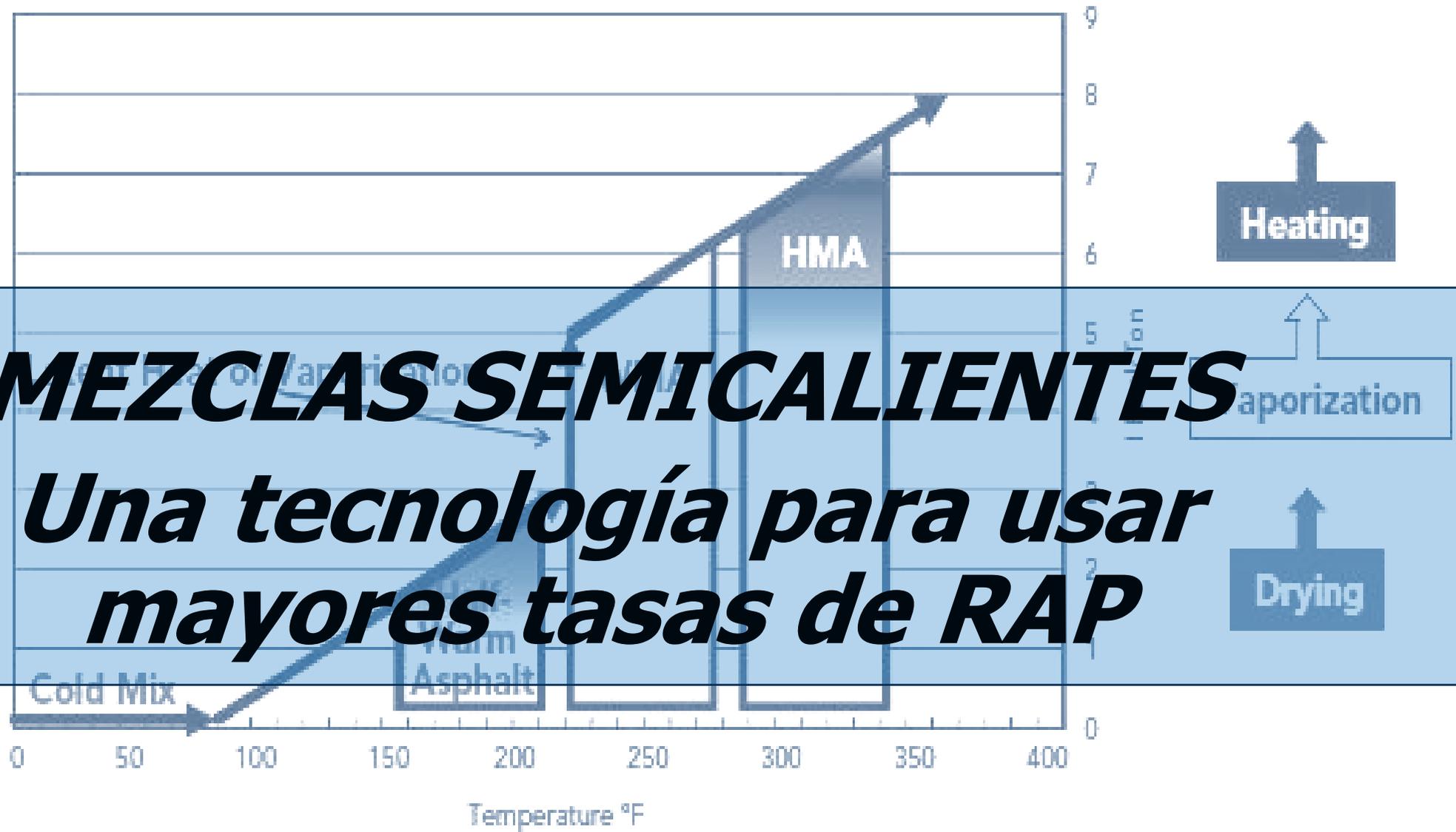
Investigador – Docente
Facultad de Ingeniería UNLP CONICET

Webseminar Paraguay - Bs.As.
3 y 4 de Noviembre de 2020



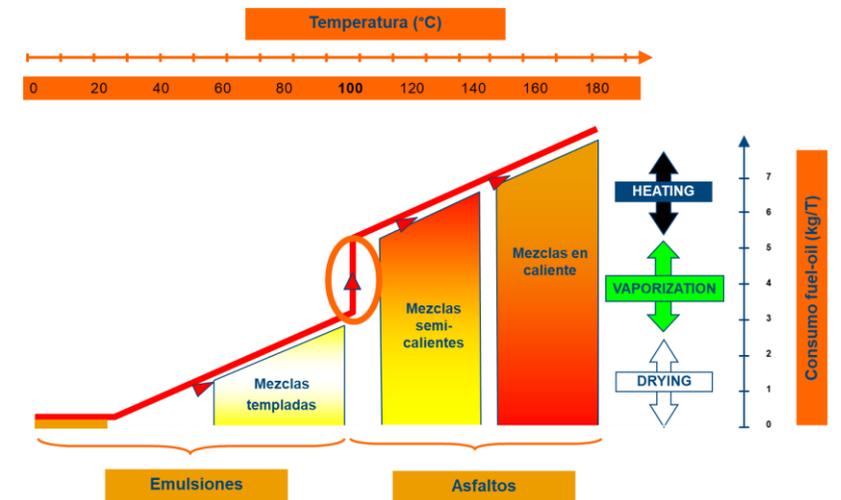
MEZCLAS SEMICALIENTES

Una tecnología para usar mayores tasas de RAP



Esquema de la exposición

- Concepto de mezclas semicalientes o Warm Asphalt Mixtures
- Beneficios y ventajas
- Tecnologías de mezclas semicalientes
 - Que usan agua (Espumado)
 - Aditivos
- Mezclas Semicalientes y su potencial en mezclas recicladas
- Algunas aplicaciones



Desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable es el desarrollo que reúne las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para reunir sus propias necesidades.



Desarrollo sustentable

El concepto de Desarrollo Sustentable, abarca

- + la reducción de recursos naturales (combustibles),

- + la reducción de emisiones y

- + la posibilidad de incrementar el reciclado (pavimentos)



Energía



1. La demanda mundial de energía está creciendo en el mundo desarrollado y en el mundo en vías de desarrollo
2. Mas energía significa mas emisiones de CO_2 en un momento en el cual el cambio climático aparece globalmente como un tema crítico



Tecnologías sustentables



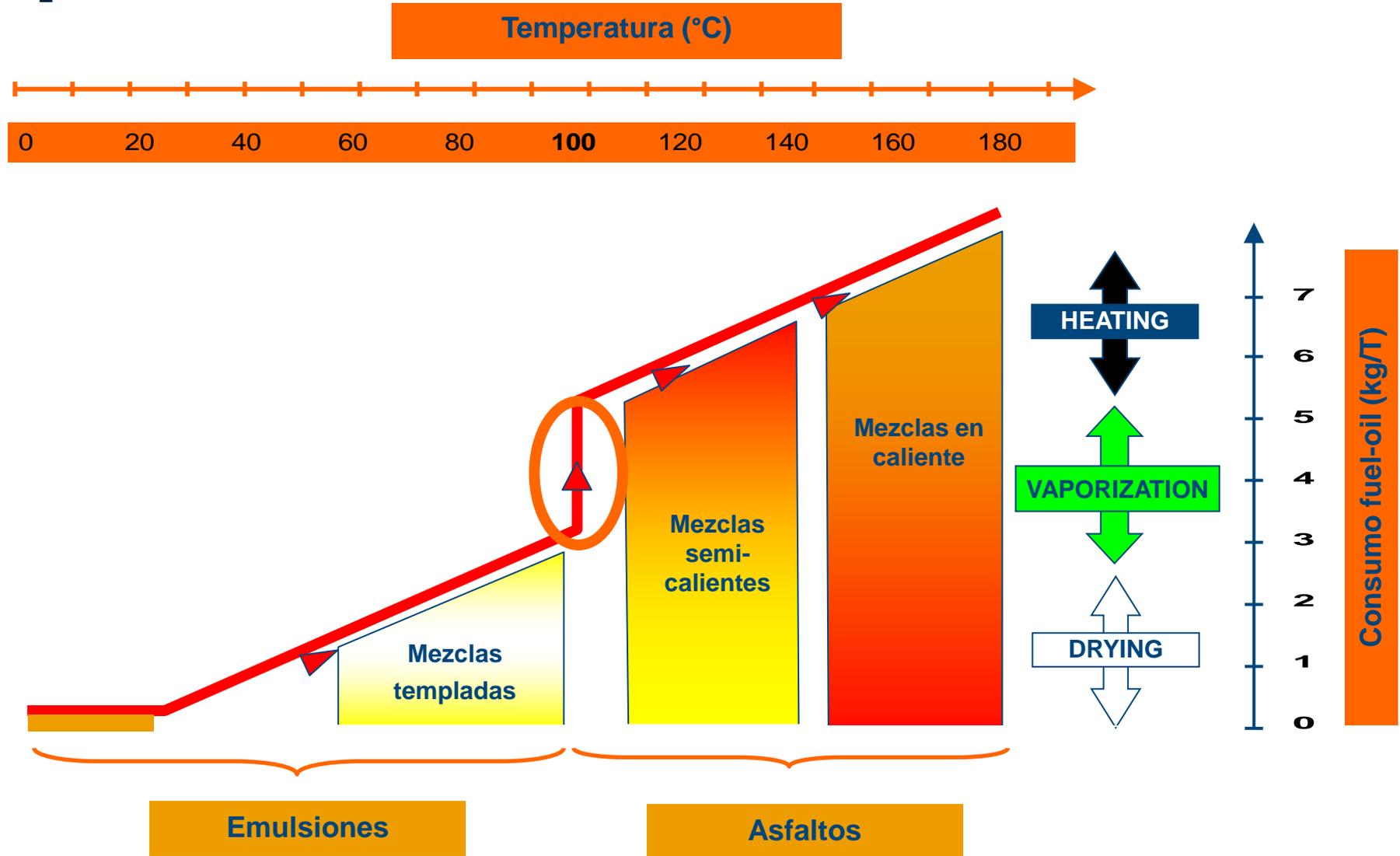
Soluciones en la preparación de Mezclas Asfálticas a menor temperatura para lograr una reducción de energía, de emisiones, de polvo y de humos.

Mezclas Semicalientes
Warm Asphalt Mixtures (WAM)

Concepto Mezclas semicalientes

1. El concepto de mezclas tibias comprende a una serie de **nuevas tecnologías** a partir de las cuales es posible producir y colocar los concretos asfálticos a temperaturas sensiblemente inferiores respecto de los rangos acostumbrados para las mezclas asfálticas tradicionales.
2. Dependiendo de las particularidades del caso: tipología de la mezcla asfáltica, tipo de ligante asfáltico, etc. Esta reducción de temperaturas es del orden de los 20 °C a 40 °C.

Concepto Mezclas semicalientes



Ventajas en la reducción de las temperaturas

- ✚ Ahorro económico
- ✚ Menor consumo de combustible
- ✚ Reducción del efecto invernadero
- ✚ Menores emisiones de CO₂
- ✚ Mejores condiciones de trabajo
- ✚ Mejoras en la durabilidad
- ✚ Mayores incorporación de RAP

Mezclas semicalientes + RAP

**VIALIDAD
NACIONAL**

*Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Concretos Asfálticos en Caliente y Semicaliente del tipo Densos, con aporte de RAP.
Edición 2017.*

2.3. Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAS con aporte de RAP

Se define como Concreto Asfáltico Semicaliente del tipo Convencional (CAS) a la combinación de un ligante asfáltico convencional, agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos y/o fibras; elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura de, como mínimo, treinta grados Celsius (30 °C) por debajo de la temperatura correspondiente al mismo tipo de concreto asfáltico de la tecnología en caliente (CAC).

La tecnología empleada para lograr la disminución en las temperaturas de trabajo (elaboración, transporte, colocación y compactación) de las mezclas tipo CAS debe ser especificada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o aprobadas por el Supervisor de Obra.

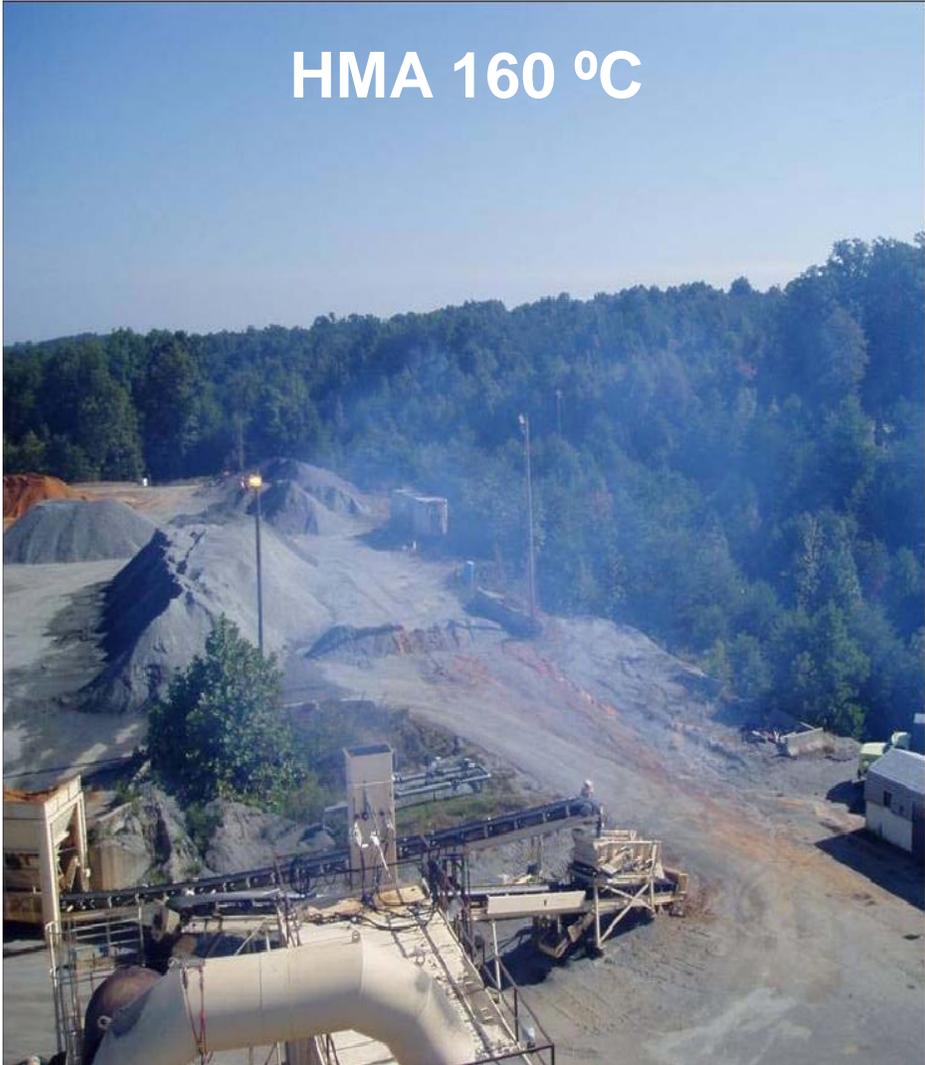
A excepción de los aspectos vinculados con las temperaturas de trabajo, las mezclas asfálticas tipo CAS deben cumplir en su totalidad con lo establecido en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

**VIALIDAD
NACIONAL**

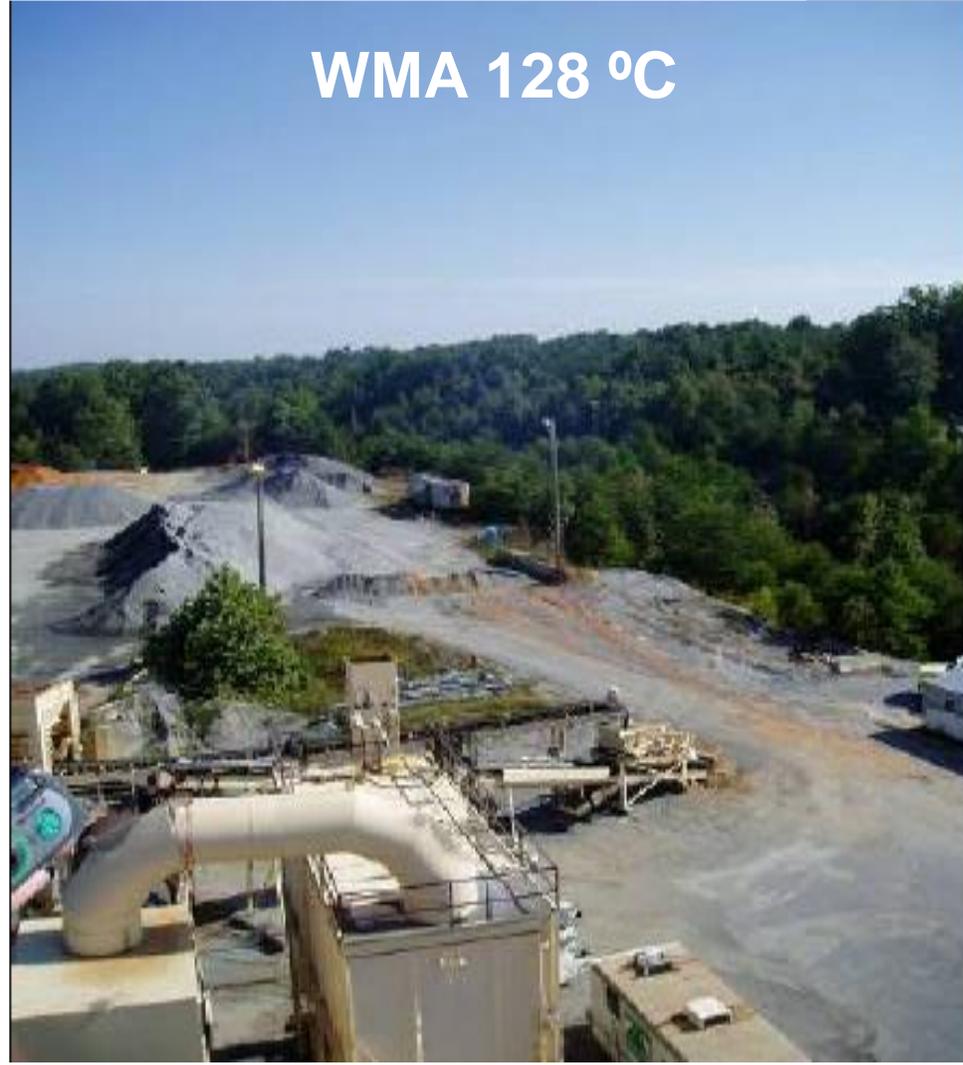
**PLIEGO DE
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS GENERALES
PARA CONCRETOS
ASFÁLTICOS EN
CALIENTE Y
SEMICALIENTE DEL
TIPO DENSOS, CON
APORTE DE RAP.**

REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES

HMA 160 °C



WMA 128 °C



REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES



REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES



MEJORES CONDICIONES DE TRABAJO

Mezclas tradicionales



Mezclas Semicalientes



MEJORES CONDICIONES DE TRABAJO

Mezclas tradicionales



Mezclas tibias



Ventajas del ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

+ POSIBILIDAD DE PAVIMENTAR A MENORES TEMPERATURAS

- + Trabajabilidad aceptable a menores temperaturas. Mejoras en la compactación en campo
- + Menores velocidades de enfriamiento. Extensión del período de las sesiones de trabajo
- + Posibilidad de transporte de las mezclas a distancias mayores

+ COMPACTAR LA MEZCLA CON MENORES ESFUERZOS

- + Posibilidad de lograr las densidades de proyecto con menor número de pasadas.

+ POSIBILIDAD DE EMPLEAR MAYORES CANTIDADES DE RAP

- + Menores viscosidades a la hora de compactar
- + Menor grado de rigidización del ligante durante elaboración

Construction Materials
Volume 167 Issue CM4

Mix design and performance of warm-mix recycled asphalt

Dinis-Almeida, Castro-Gomes, Antunes and Vieira

ice | proceedings

Proceedings of the Institution of Civil Engineers
Construction Materials 167 August 2014 Issue CM4
Pages 173–181 <http://dx.doi.org/10.1680/jcoma.12.00054>

Paper 1200054

Received 29/11/2012

Accepted 11/04/2013

Published online 16/09/2013

Keywords: materials technology/recycling & reuse of materials/roads & highways

ICE Publishing: All rights reserved

ice
Institution of Civil Engineers

publishing

Mix design and performance of warm-mix recycled asphalt

Marisa Dinis-Almeida PhD

Assistant Professor, C-MADE, Centre of Materials and Building Technologies, University of Beira Interior, Covilhã, Portugal

João Castro-Gomes PhD

Full Professor, C-MADE, Centre of Materials and Building Technologies, University of Beira Interior, Covilhã, Portugal

Maria de Lurdes Antunes PhD

Principal Researcher, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisbon, Portugal

Luís Vieira

Sales Manager Bitumen, CEPSA Portuguesa Petróleos S.A., Lisbon, Portugal

El RAP en la nueva mezcla es limitado debido a las dificultades para mezclar el RAP con los materiales vírgenes sin un aumento excesivo de las temperaturas de mezcla, lo que aceleraría el proceso de envejecimiento del aglomerante y también aumentaría el consumo de energía y las emisiones durante la fabricación.

RAP y Ventajas en la reducción de las temperaturas

La razón principal de limitar altas tasas de RAP es para no calentar a excesivas temperatura, **para evitar un mayor envejecimiento** (de un aglomerante ya envejecido) y un rápido deterioro.

Las mezclas semicalientes ofrecen utilizar la tecnología para permitir:

- ***Se use más RAP***
- proporciona un método para lograr una baja viscosidad en el asfalto a incorporar a temperaturas relativamente bajas

RAP y Ventajas en la reducción de las temperaturas

- la aplicación de mezclas semicalientes se puede incorporar un mayor % RAP sin cambiar la calidad de los ligantes asfálticos en comparación con su aplicación en el HMA.



Tecnologías de Mezclas semicalientes

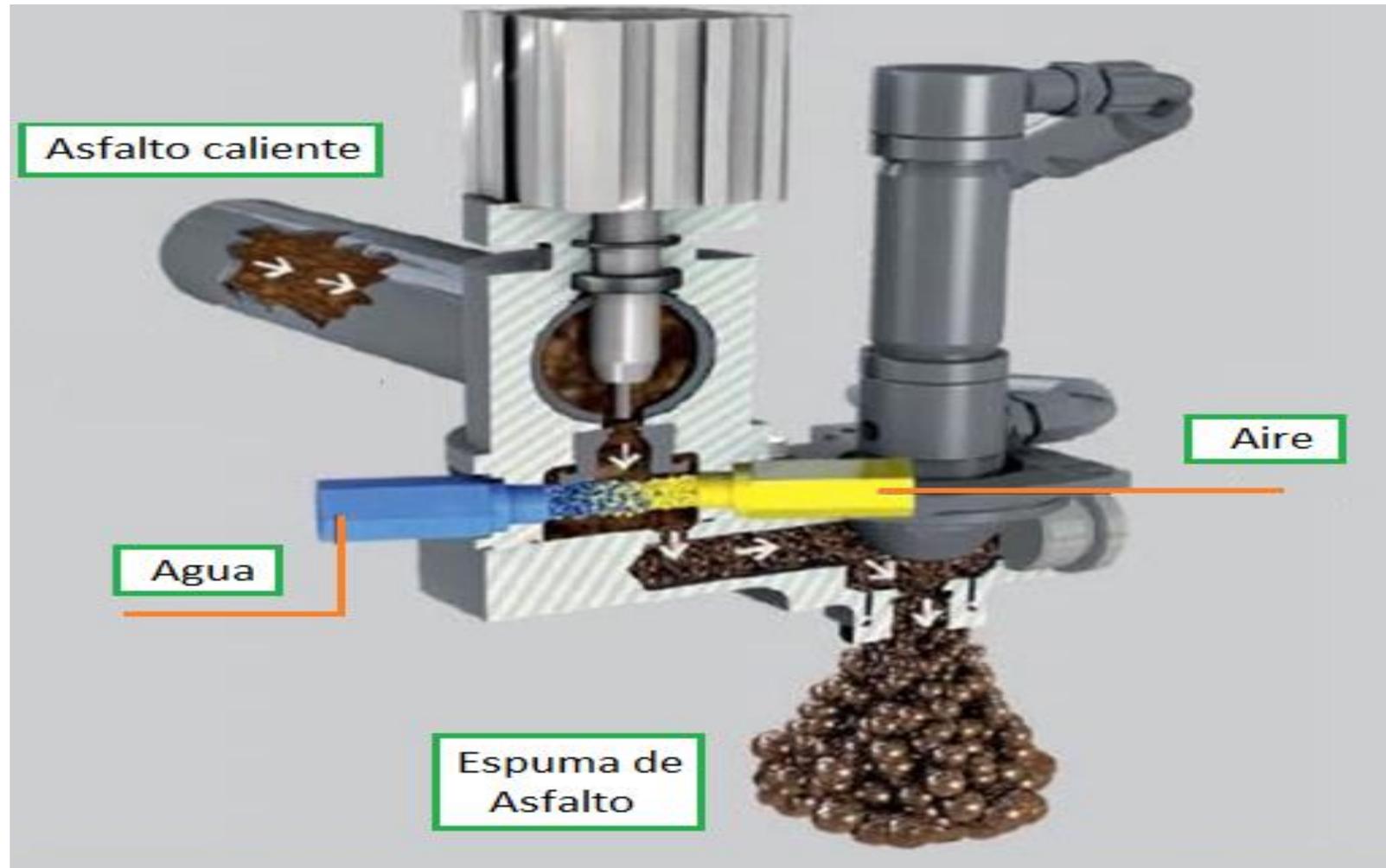
Las que usan agua

- + Espumado
- + Zeolitas
- + Agregados húmedos

Las que usan aditivos orgánicos o ceras

- + Ceras Fischer - Tropsch
- + Cera Montana
- + Amidas grasas
- + Tensoactivos

Espumado: Es un proceso donde se aumenta la superficie específica del asfalto, disminuyendo así su viscosidad



La espuma hace que la cobertura de los áridos sea más fácil

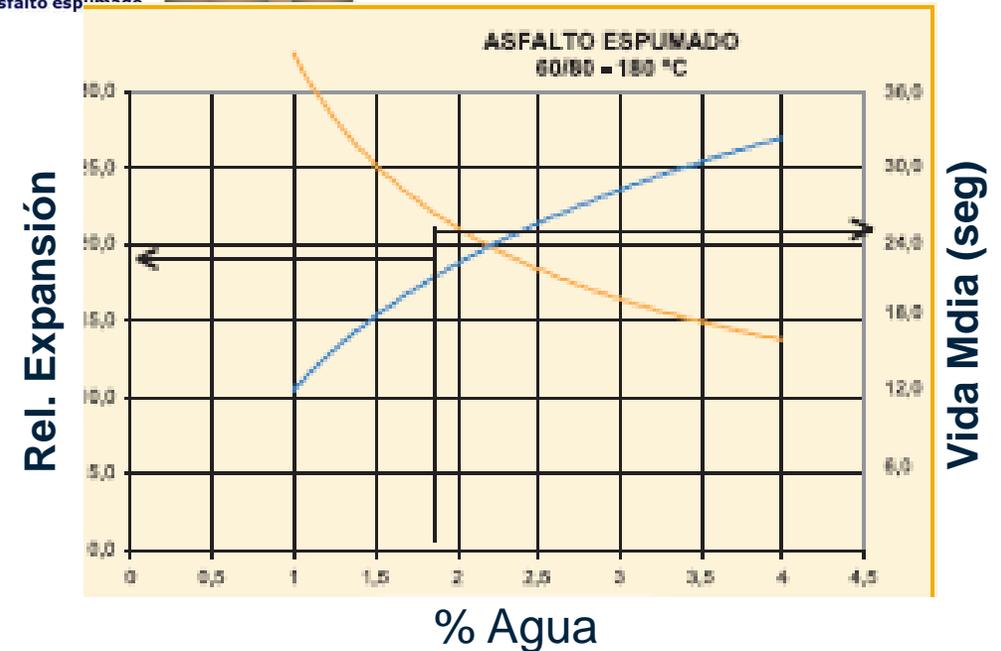
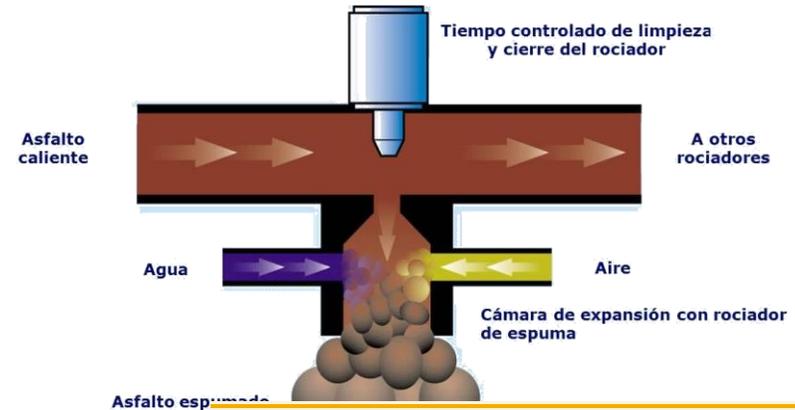
Parámetros que caracterizan la espuma betún

- Relación de expansión

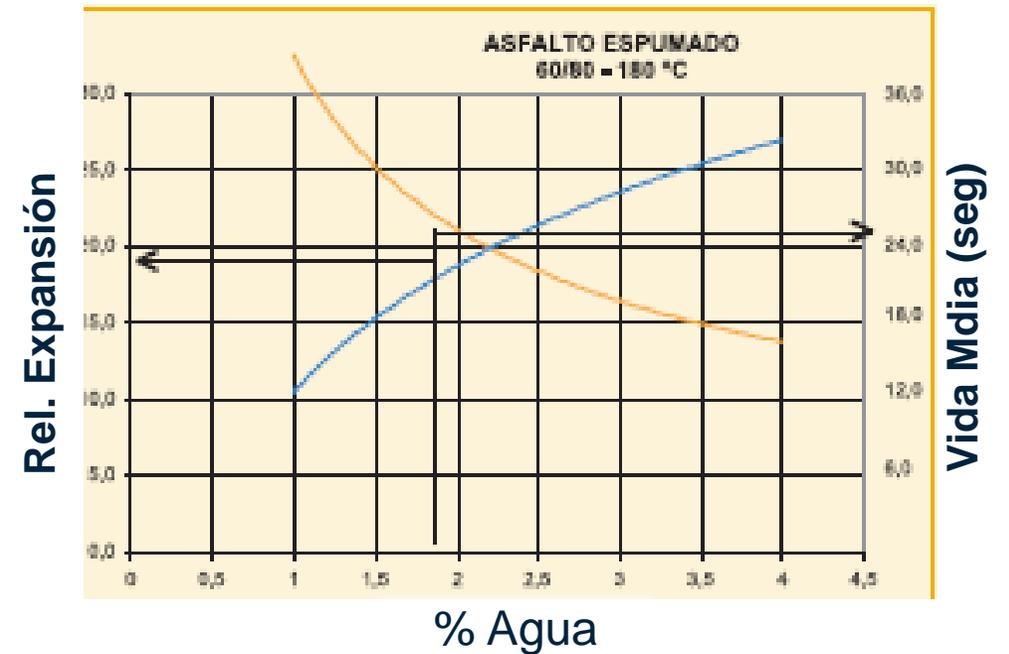
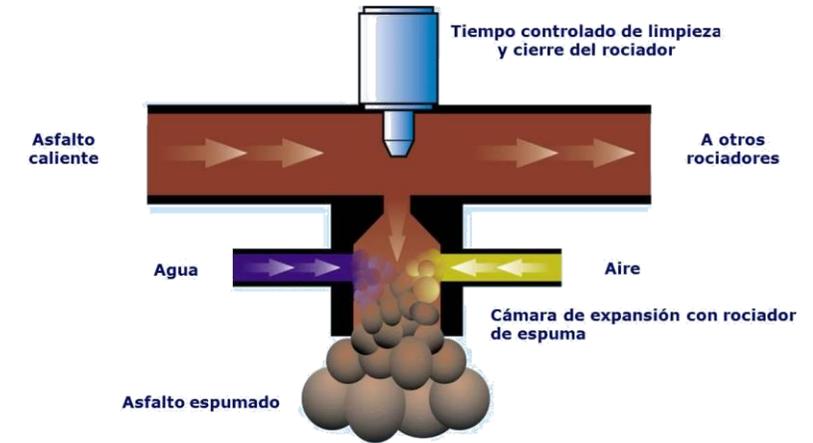
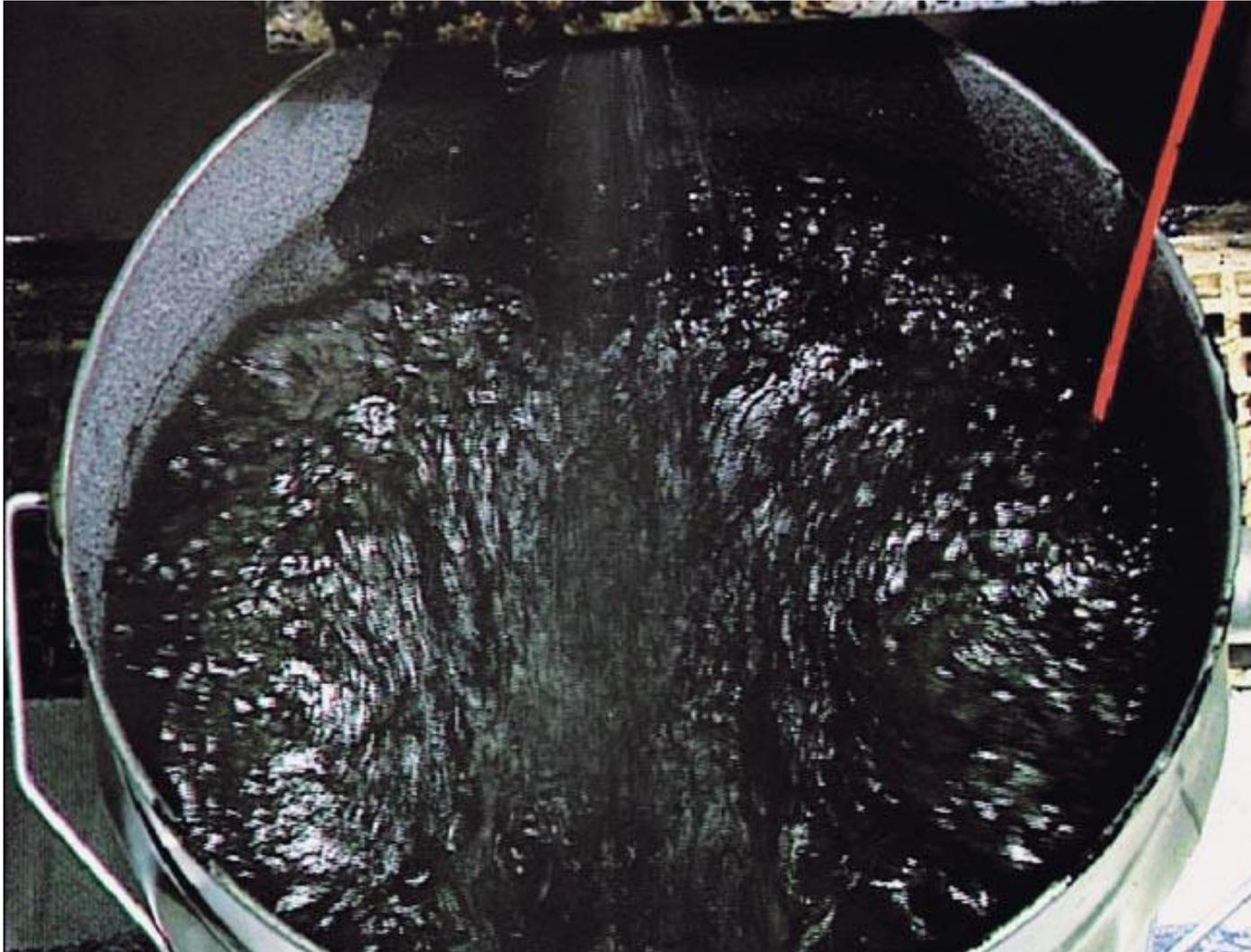
Relación $\text{Vol}_{\text{máx}} / \text{Vol}_{\text{inicial}} \text{asfalto}$

- Vida media

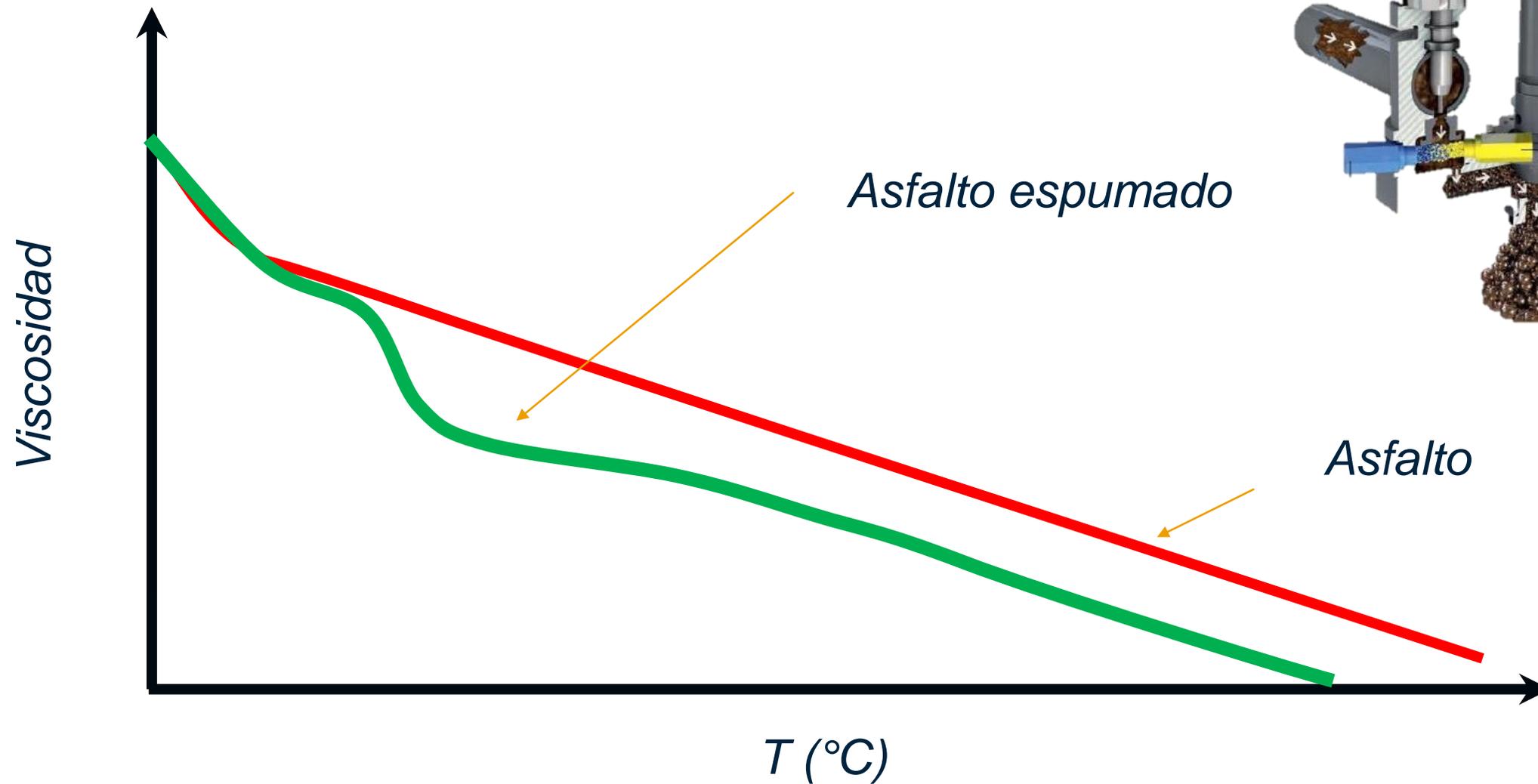
t (seg) en que la espuma pierde el 50 % del volumen máximo alcanzado



La espuma hace que la cobertura de los áridos sea más fácil

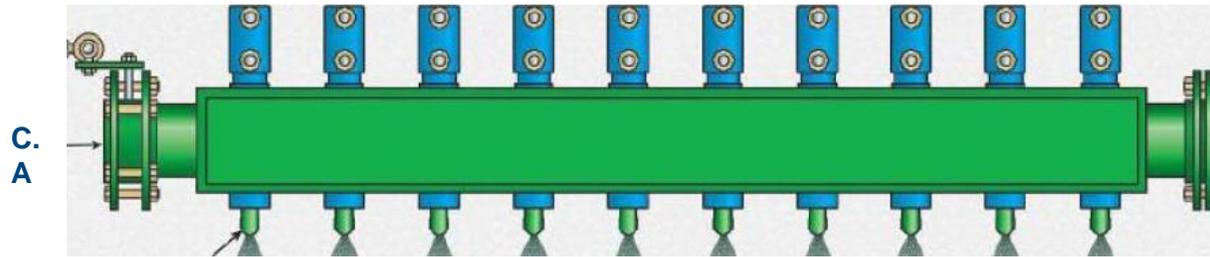


Asfalto espumado



Espumado: Astec doble barrel

Válvula de agua

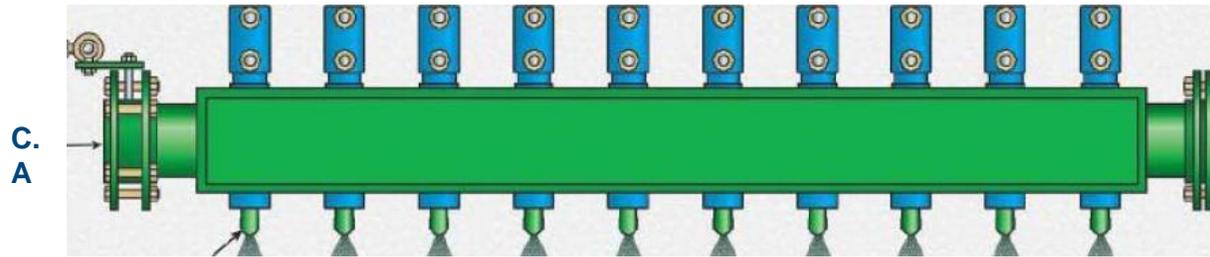


Asfalto espumado



Espumado: Astec® doble barrel

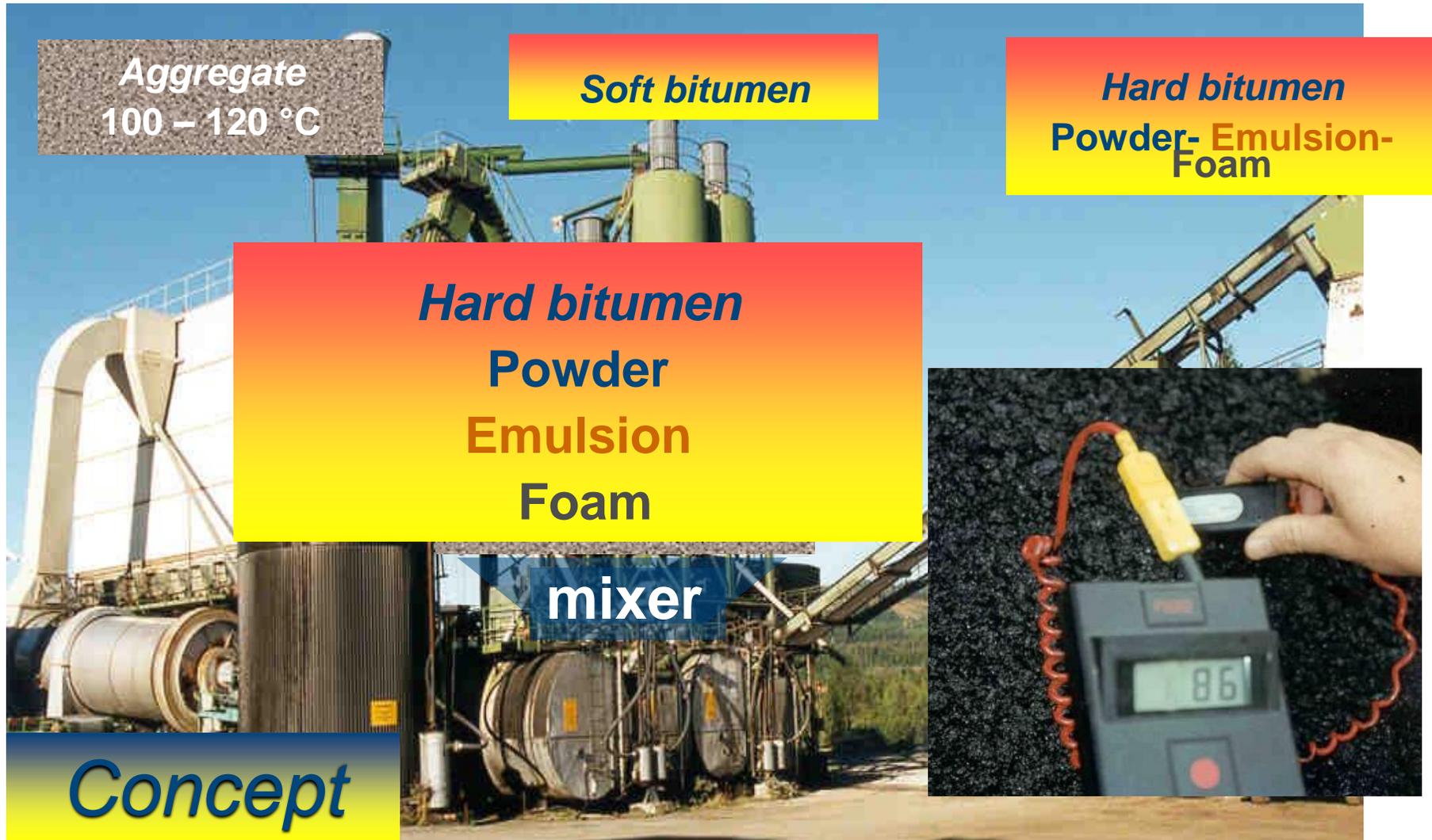
Válvula de agua



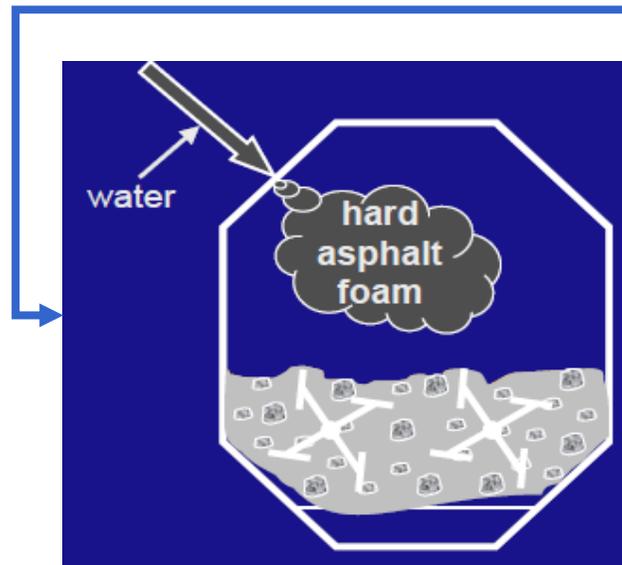
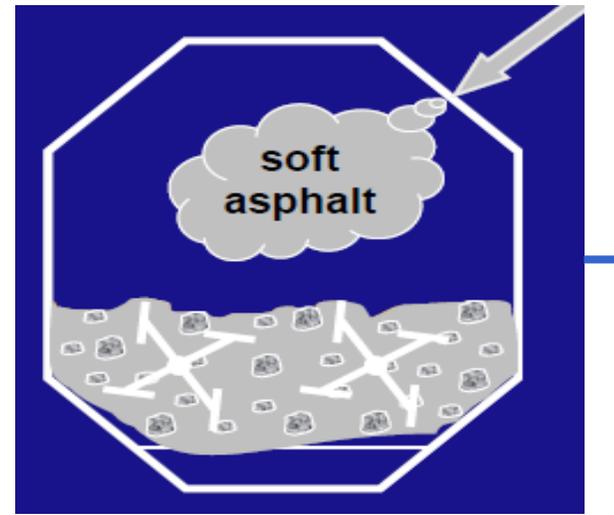
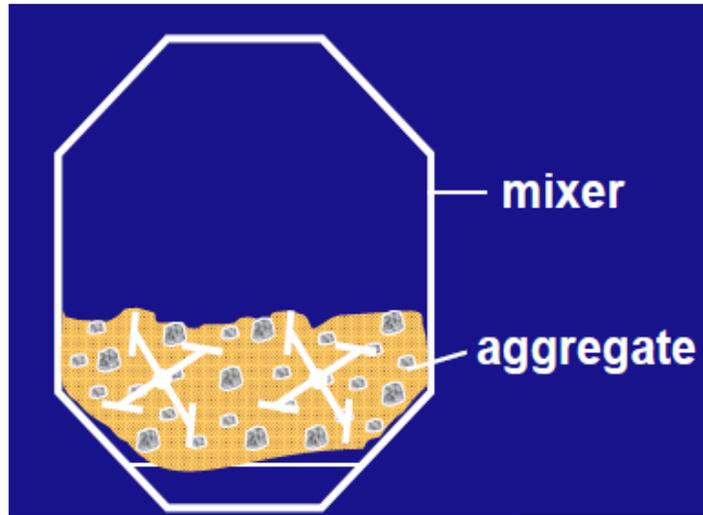
Asfalto espumado



Espumado: Sistema Wam Foam® SHELL

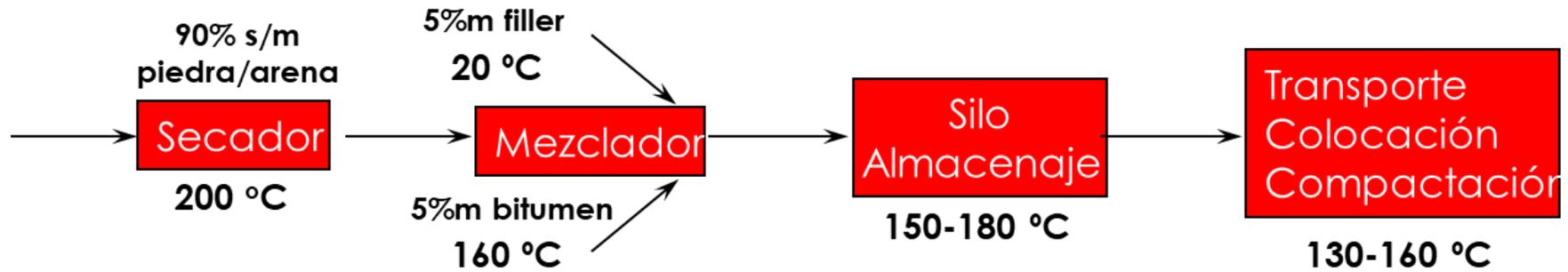


Espumado: Sistema Wam Foam® SHELL

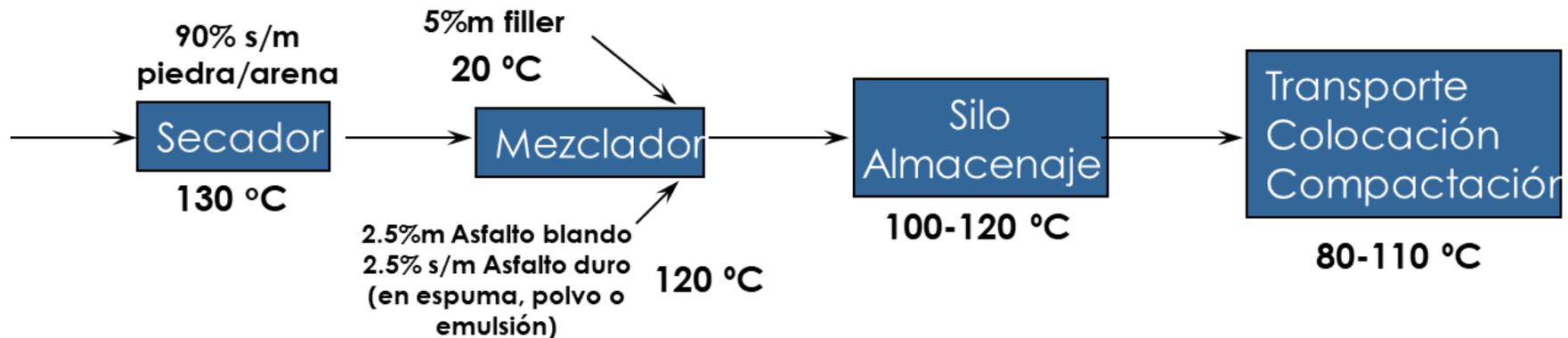


Wam Foam® SHELL

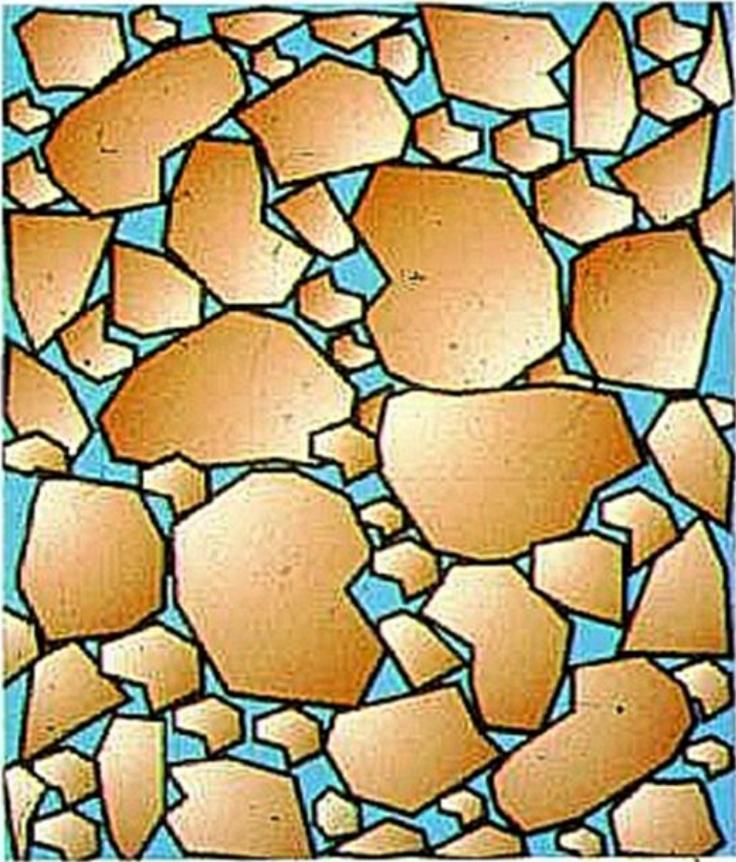
Sistema convencional



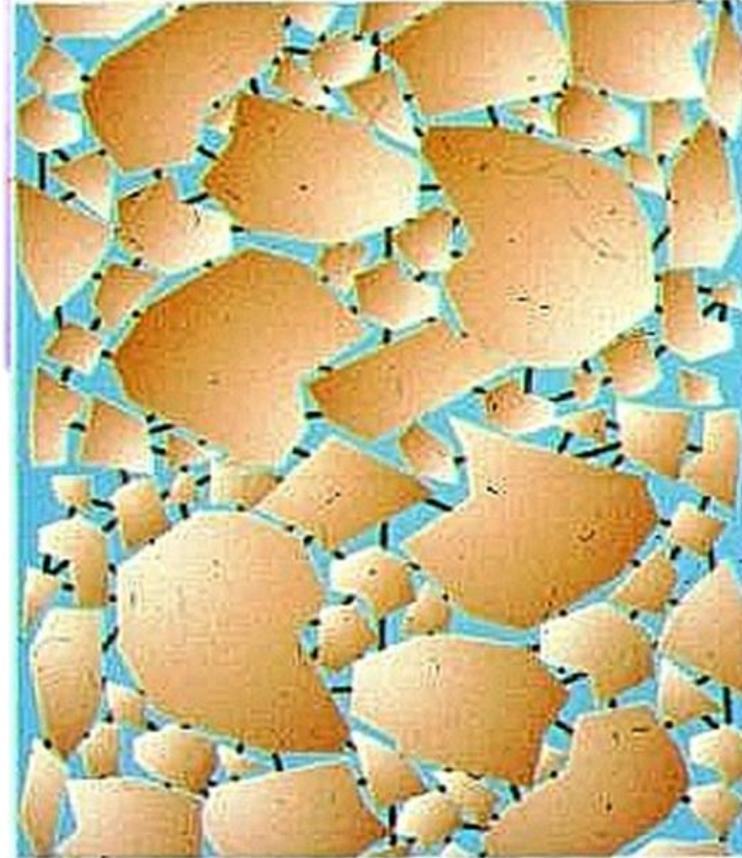
Sistema WAM Foam



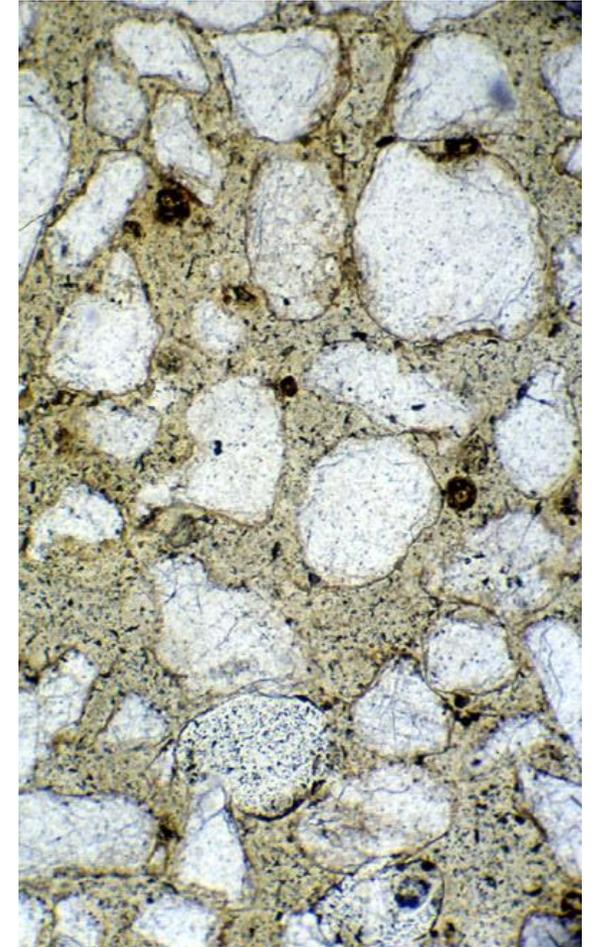
Espumado



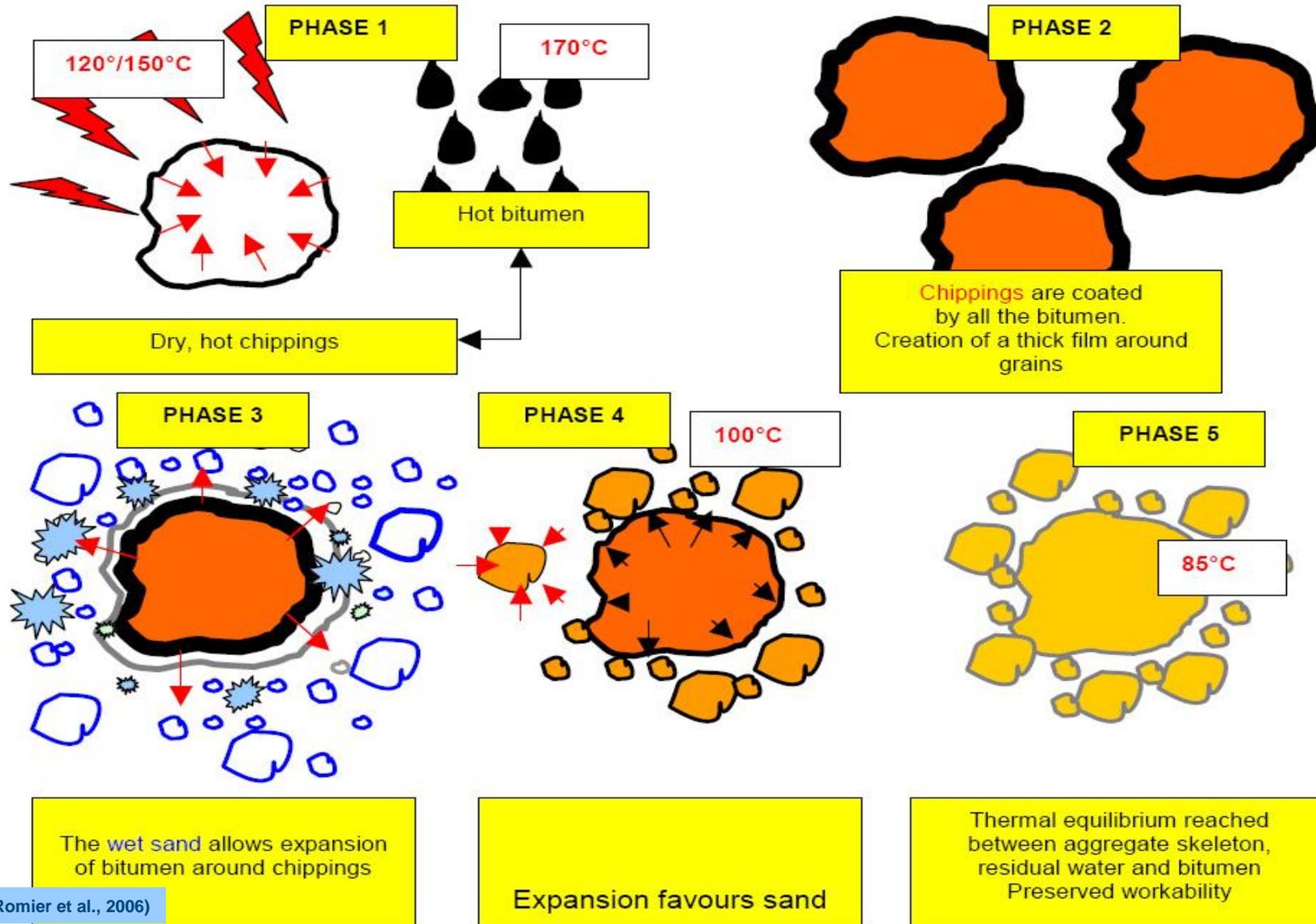
Mezcla tradicional
en caliente



Como queda el Espumado



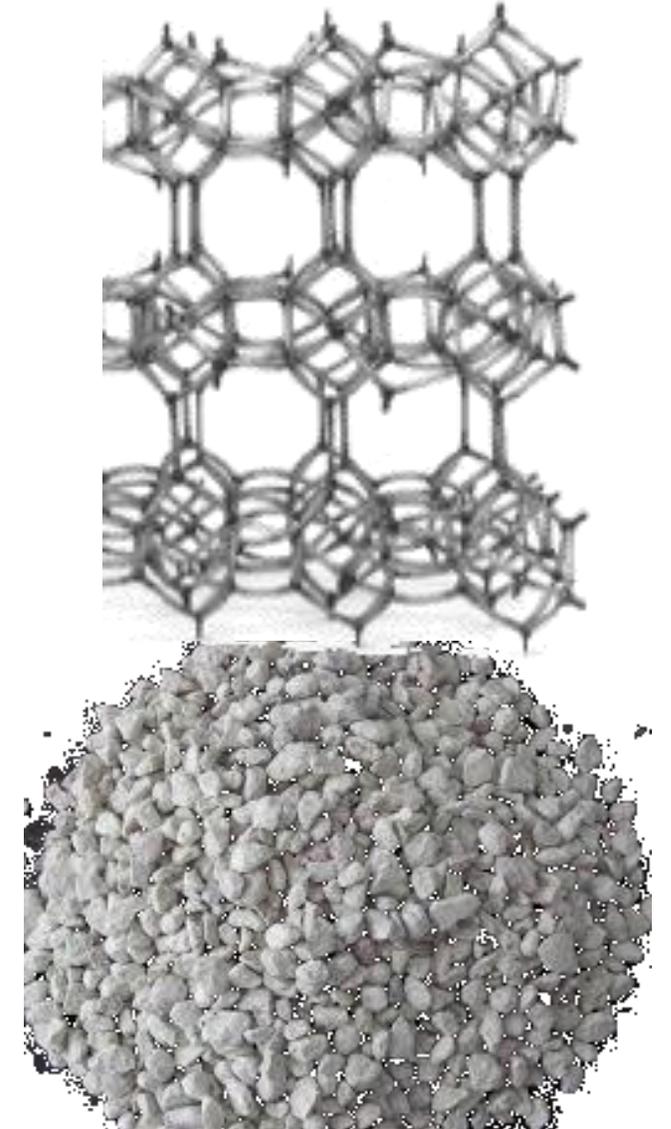
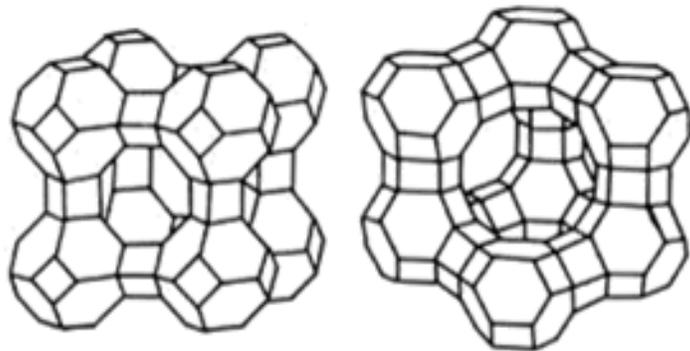
Espumado: Sistema LEA: Low Energy Asphalt®



Aditivos que producen espuma

Aditivos que producen espuma: Zeolita

- ✚ Silicatos de aluminio hidratado con estructura cristalina con gran vacancia
- ✚ Tienen la capacidad para perder y absorber agua sin dañar su estructura cristalina
- ✚ El agua la pierde por calentamiento



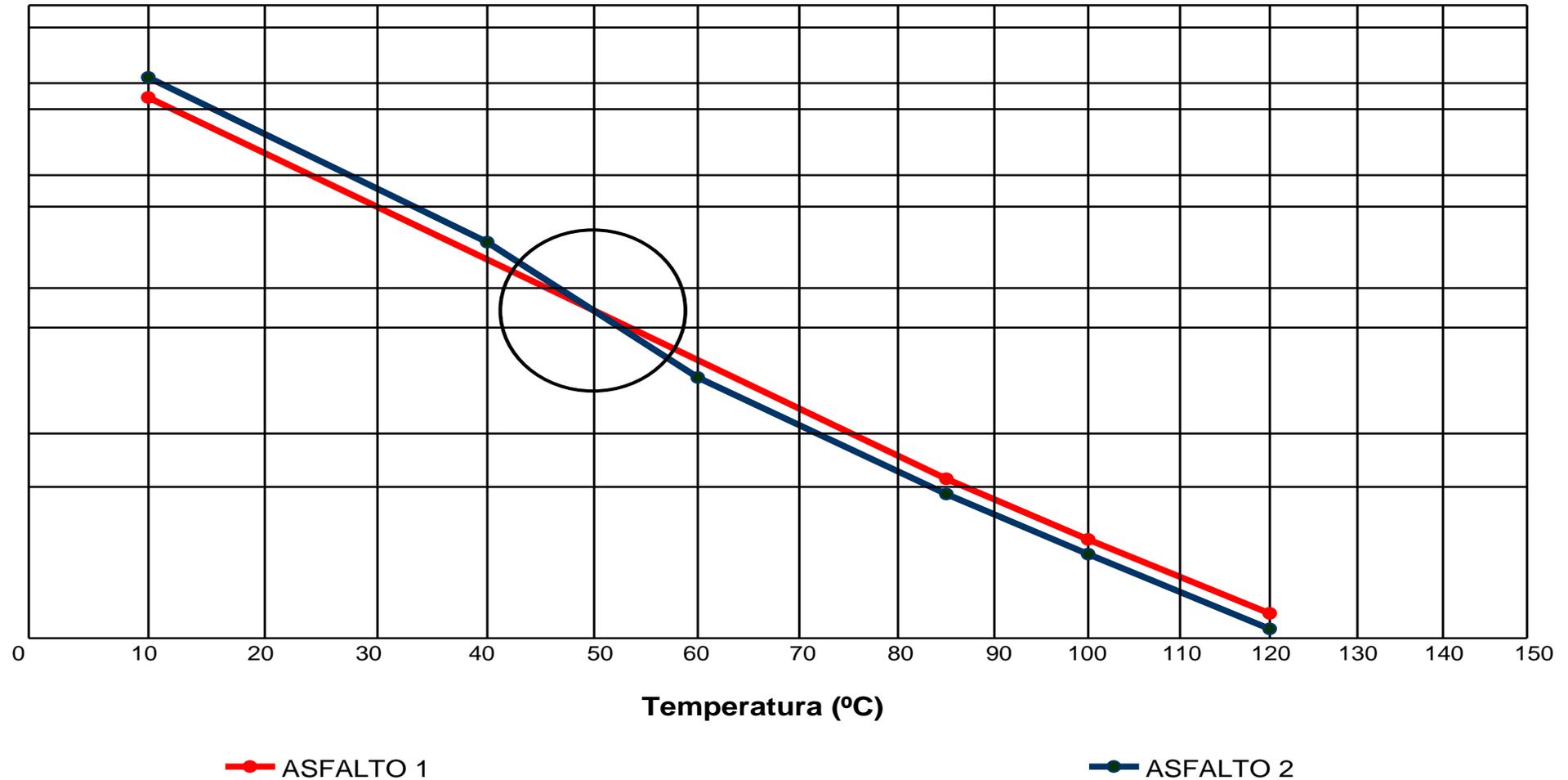
Aditivos orgánicos

- Modifican la viscosidad a las temperaturas de mezclado
 - Ceras Fischer-Trops
 - Cera Montana
- Los que no modifican la viscosidad de mezclado y sí mejoran la trabajabilidad y compactabilidad de las mezclas
 - Amidas de ácidos grasos
 - Tensoactivos

Parafinas Naturales

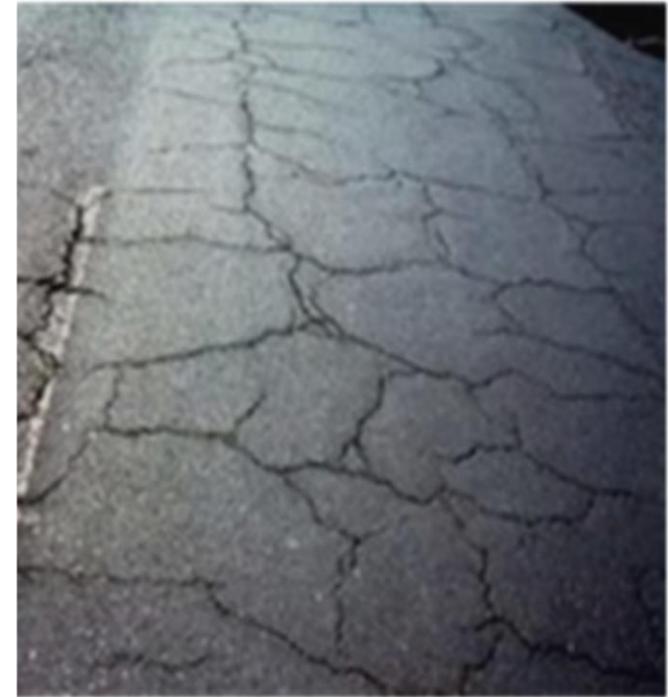
RELACIÓN VISCOSIDAD-TEMPERATURA

Viscosidad (cSt)



Aditivos orgánicos

Parafinas Naturales - Problemas ocasionados



Aditivos orgánicos

Parafinas naturales y sintéticas

Naturales de Petr6leo

Cadena : C 25 –C 50

P.F. : 50 – 70 °C

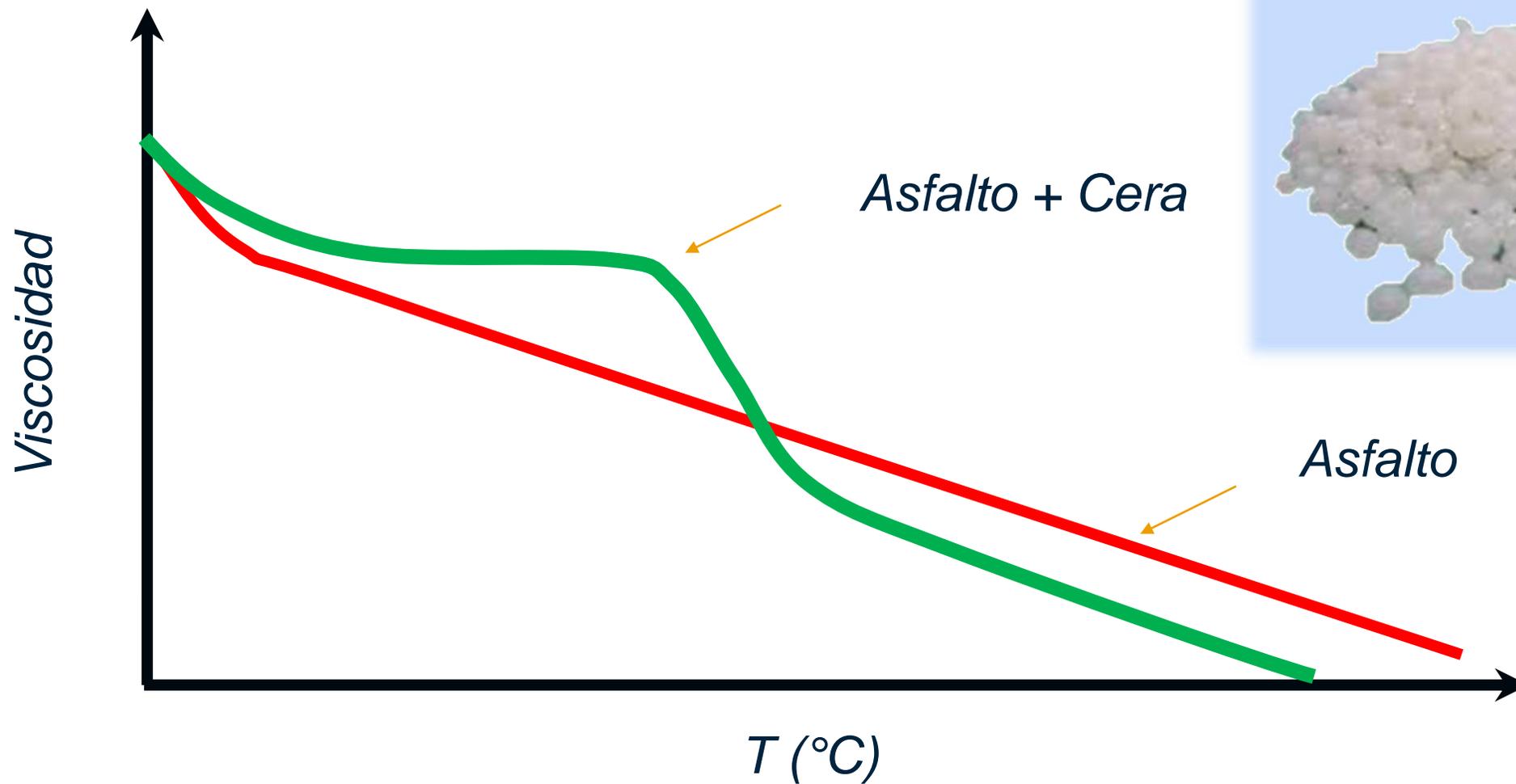
Parafinas Sint6ticas (F .T)

Cadena : C 40 – C 120

P.F. : 110 – 115 °C

Ceras Fischer-Trops

Aditivos orgánicos



Aditivos orgánicos

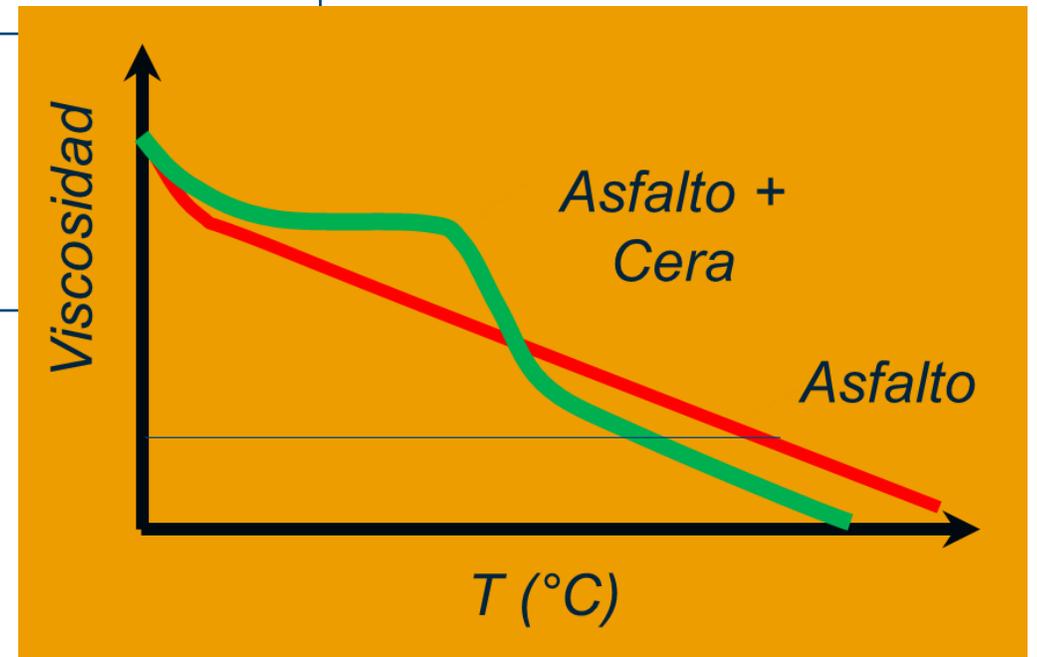
Aditivos que modifican la viscosidad

	Original	+ 3% Aditivo
Penetración a 25 °C	60	42
Punto de Ablandamiento, °C	50	77
Viscosidad a:		
60 °C, poise	5900	26400
80 °C, poise	535	507
100 °C, poise	52	36
135 °C, poise	5.2	3.3
160 °C, poise	2.0	1.2

Aditivos orgánicos

Ceras Fischer-Trops

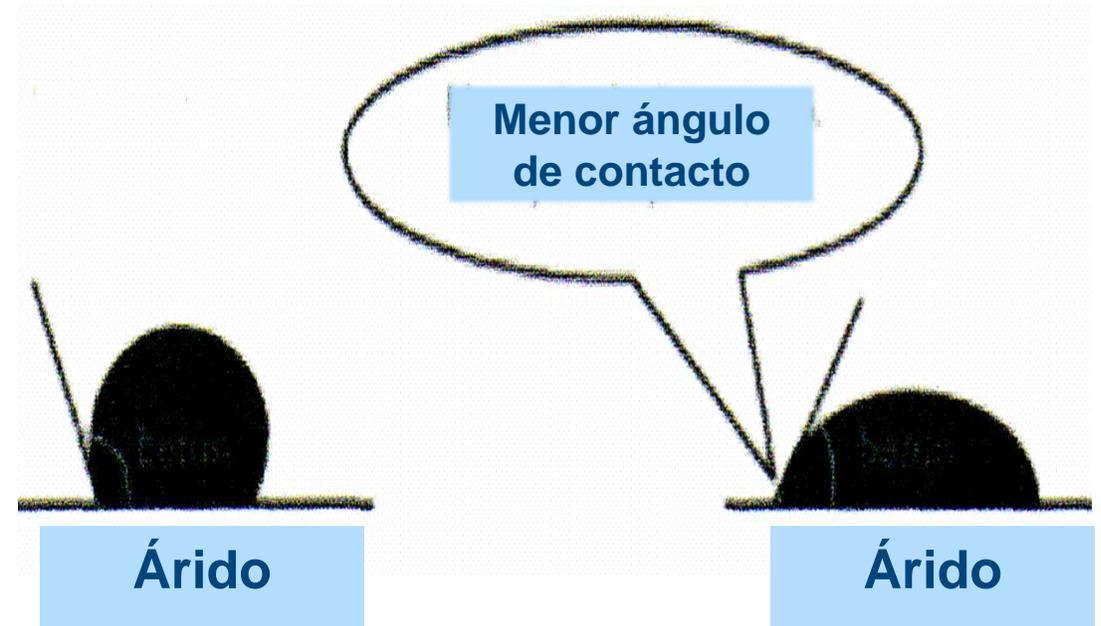
Cemento Asfáltico	Temperatura de mezclado	
60/70 (CA30)	160°C	$\Delta T^{\circ} = 15^{\circ}\text{C}$
CA/30(CA30) + 3% Aditivo	145°C	



Aditivos orgánicos

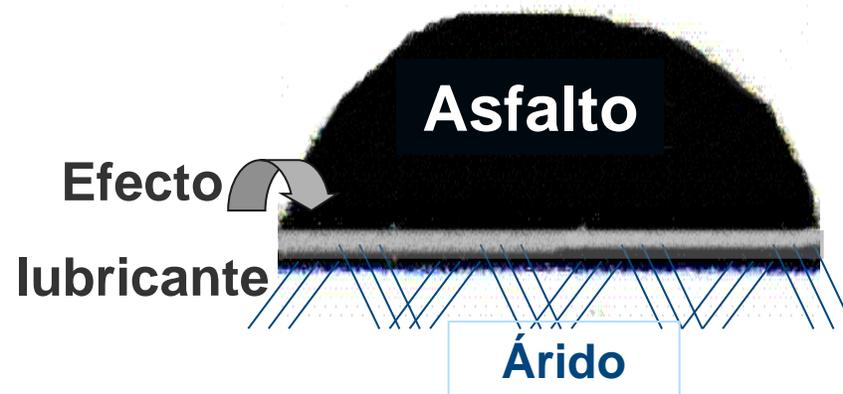
Aditivos que mejoran la compactabilidad de las mezclas sin cambiar la viscosidad del asfalto mezclado

- ❖ Son mezclas de amidas grasas y agentes tensoactivos que reducen la tensión superficial del asfalto

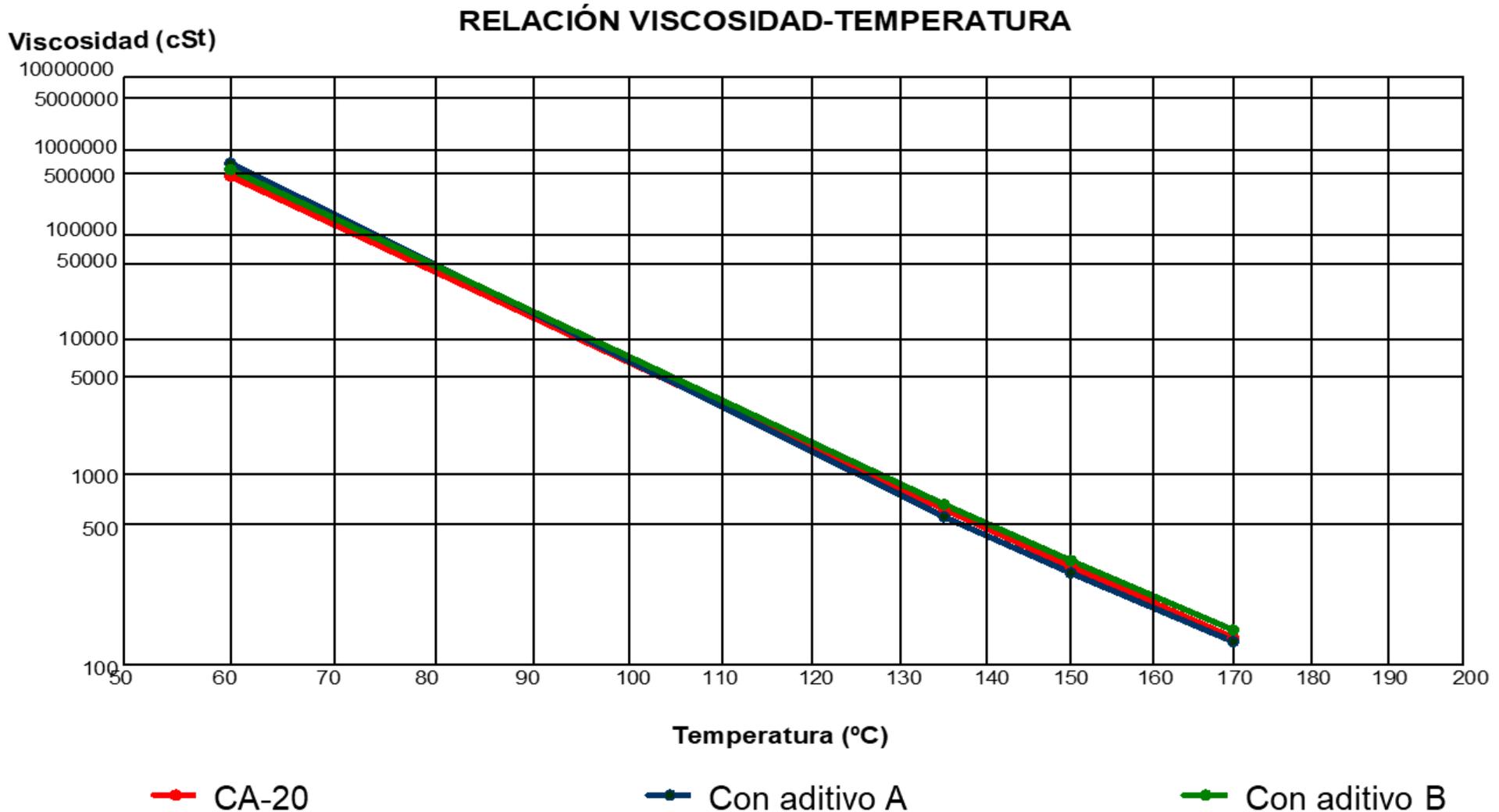


Aditivos que no cambian la viscosidad del asfalto

- mejoran la **lubricación** entre el asfalto y los agregados
- diseñados además para producir importantes mejoras en la **adherencia** y la **cohesión** de las mezclas.



Aditivos que no cambian la viscosidad del asfalto



Aditivos orgánicos

Aditivos que no cambian la viscosidad del asfalto



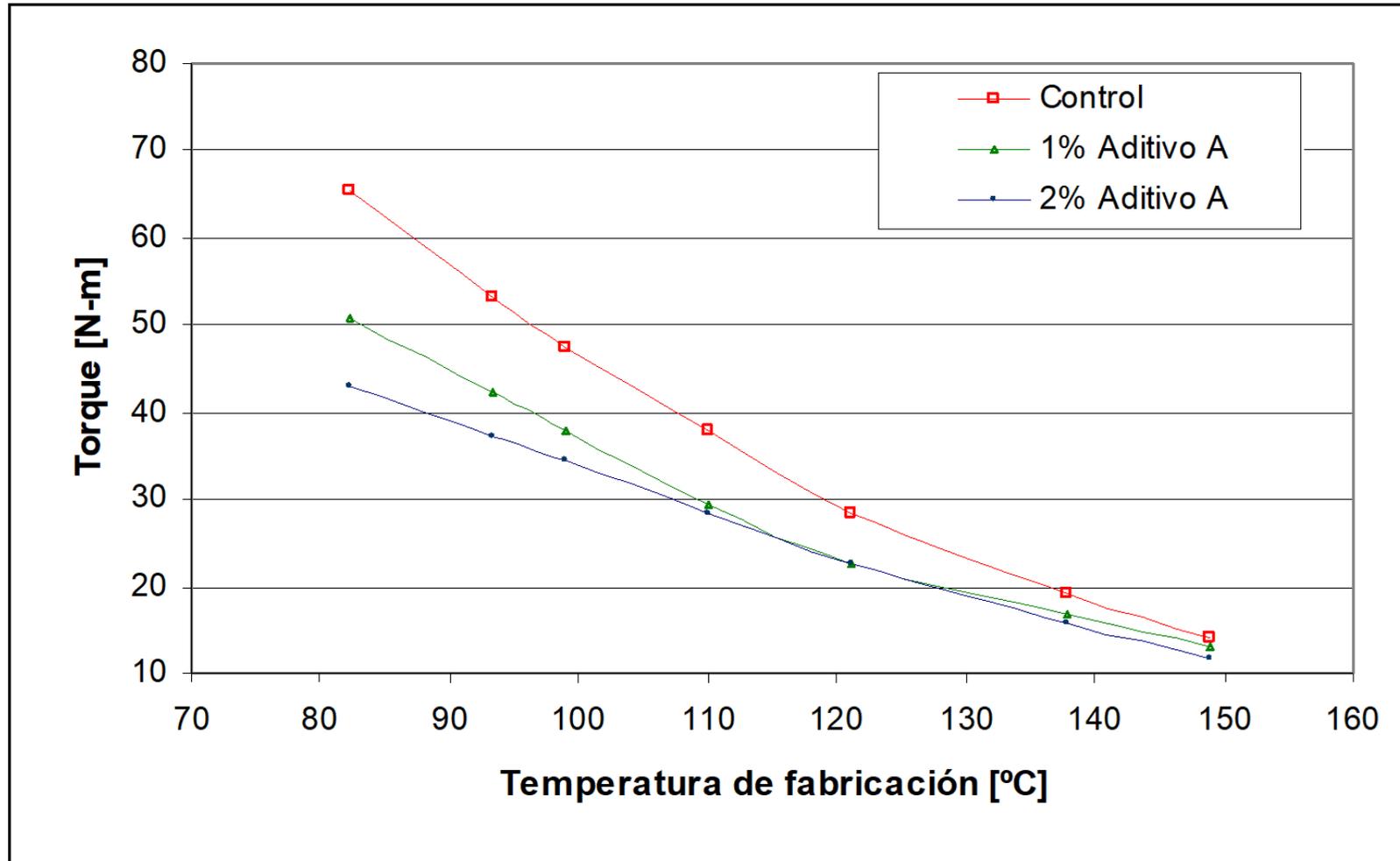
Aditivo Solido



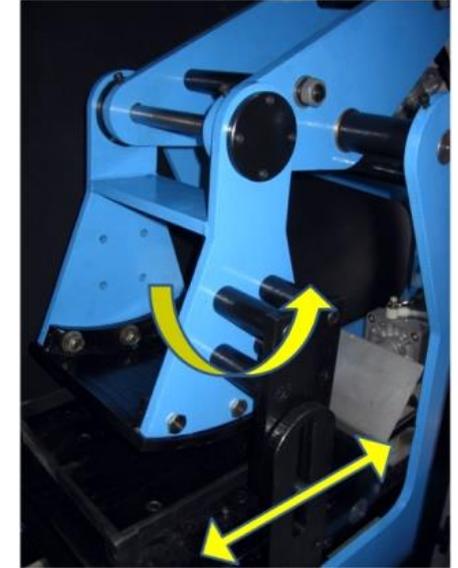
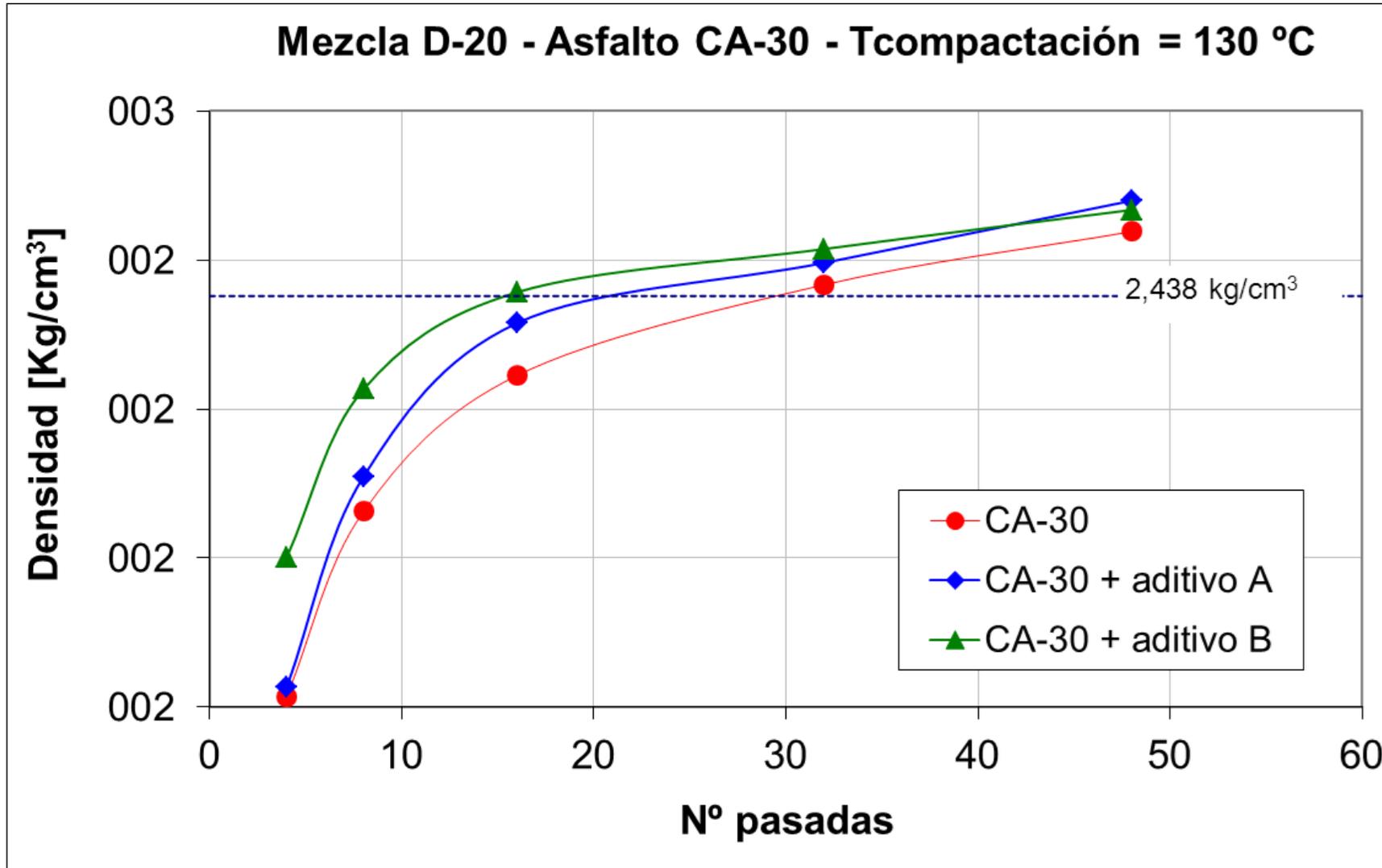
Aditivo líquido

Aditivos orgánicos

Aditivos que no cambian la viscosidad del asfalto Mejoras en la trabajabilidad



Mejoras en la trabajabilidad





YX CILA

**CONGRESO IBERO LATINOAMERICANO DEL ASFALTO
MÉXICO 2019**

LA OPCIÓN WAM-RAP PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS DE ALTAS PRESTACIONES

Ing. Rosana Marcozzi-Ing. Mario Jair



Activar Windows

Ver Configuración para activar Windows

Mezclas MAC F10 mediante WAM -RAP

- Dos mezclas de referencia MAC F 10 y MAC F10 (R)
- Utilización de RAP (**44%**) proveniente de SMA con asfalto AM3 (2005)
- Ligantes utilizados:
 - AM3 (IRAM 6596)
 - AM3 LT (Low Temperature), para producción de mezcla tibia
- Evaluaciones realizadas
 - Daño por humedad (AASHTO T-283)
 - Wheel Tracking Test (EN 12697-33)
 - Hamburgo WTT (ASSHTO T-324)



Evaluación de materiales

Diseño de MAC F10 y MAC F10 (R)

Agregado	%	
Árido 6/12	77	55
Arena trituración 0/3	17	--
Filler calcáreo	5	--
Cal	1	1
RAP Grueso	--	14
RAP Fino	--	30



Evaluación de materiales (II)

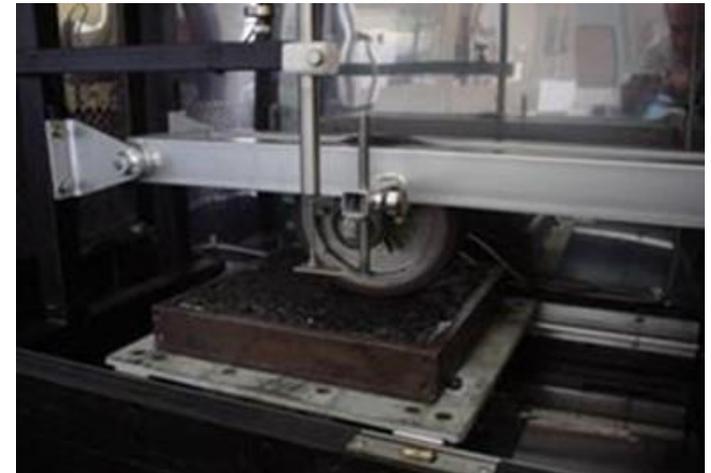
Caracterización del RAP (SMA)

	RAP Fino	RAP Grueso
Contenido de Asfalto Medio, % s/m	5,98	3,56
Ensayos sobre el asfalto recuperado		
Penetración (25 °C, 100g, 5s), 0.1mm	50	53
Punto de Ablandamiento, °C	70,1	70,8
Recuperación elástica torsional a 25°C, %	61,1	65,0
Viscosidad rotacional a 170°C (2 rpm), mPa.s	350	370

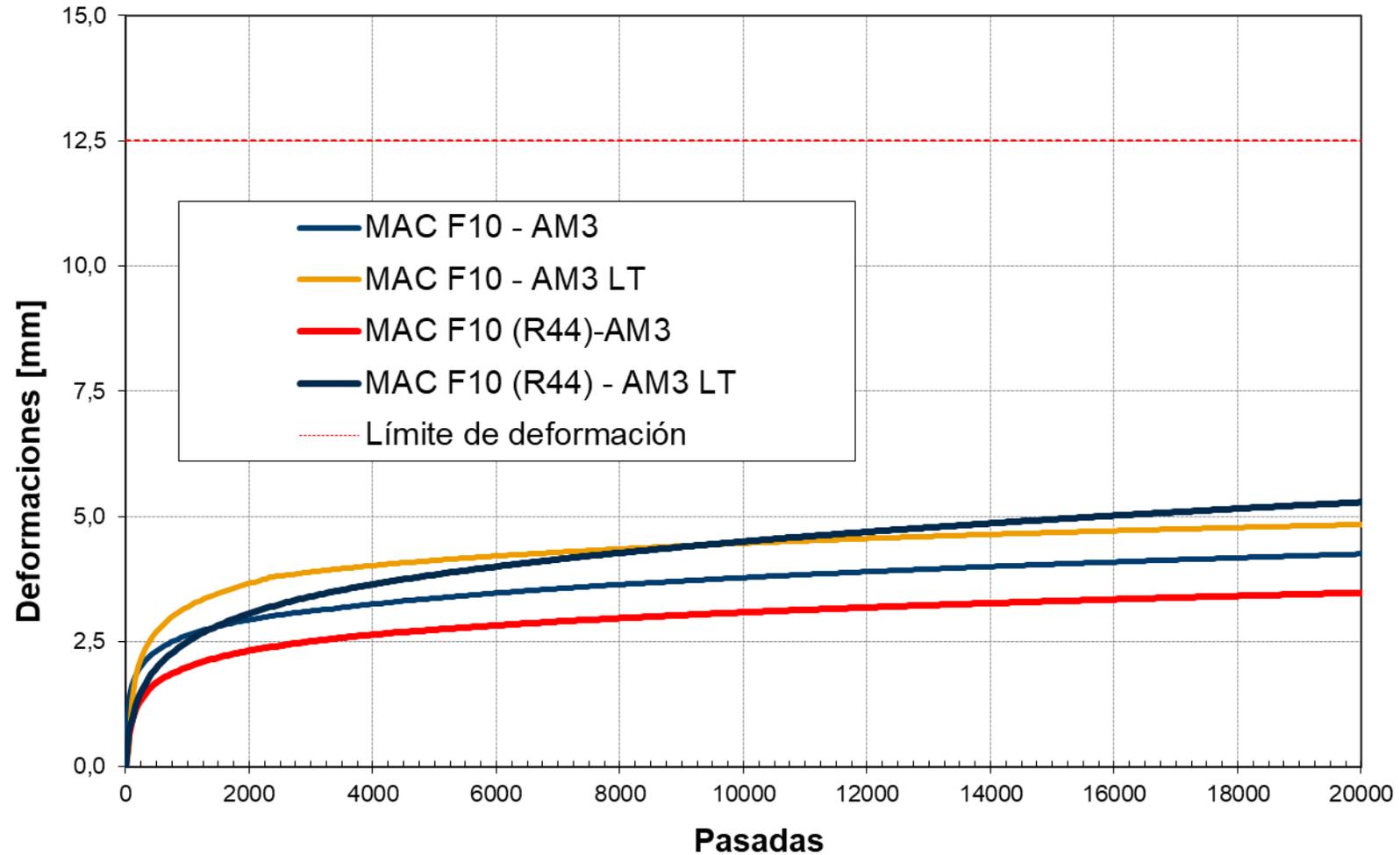


Evaluación de Mezclas WTT (EN 12697-22-Parte B)

Mezcla	MAC F10		MAC F10 (R44%)	
	AM3	AM3 LT	AM3	AM3 LT
Asfalto	AM3	AM3 LT	AM3	AM3 LT
T°mezclado	170	170	170	170
T° compactación	150	120	150	120
T° ensayo	60	60	60	60
Profundidad de huella [mm]	2,0	2,7	1,7	2,2
PRD ₁₀₀₀₀ [%]	3,9	5,5	3,5	4,4
WTS ₁₀₀₀₀ [mm/10 ³ ciclos]	0,041	0,077	0,030	0,049

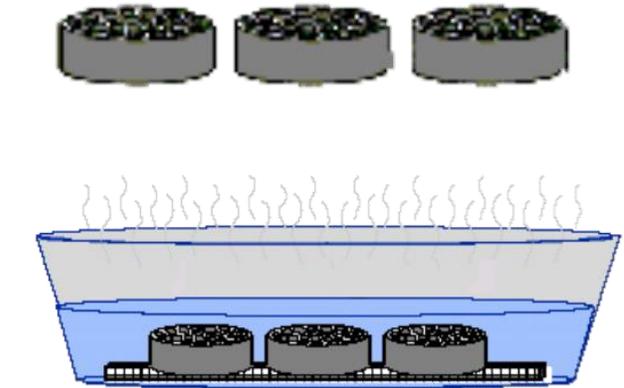
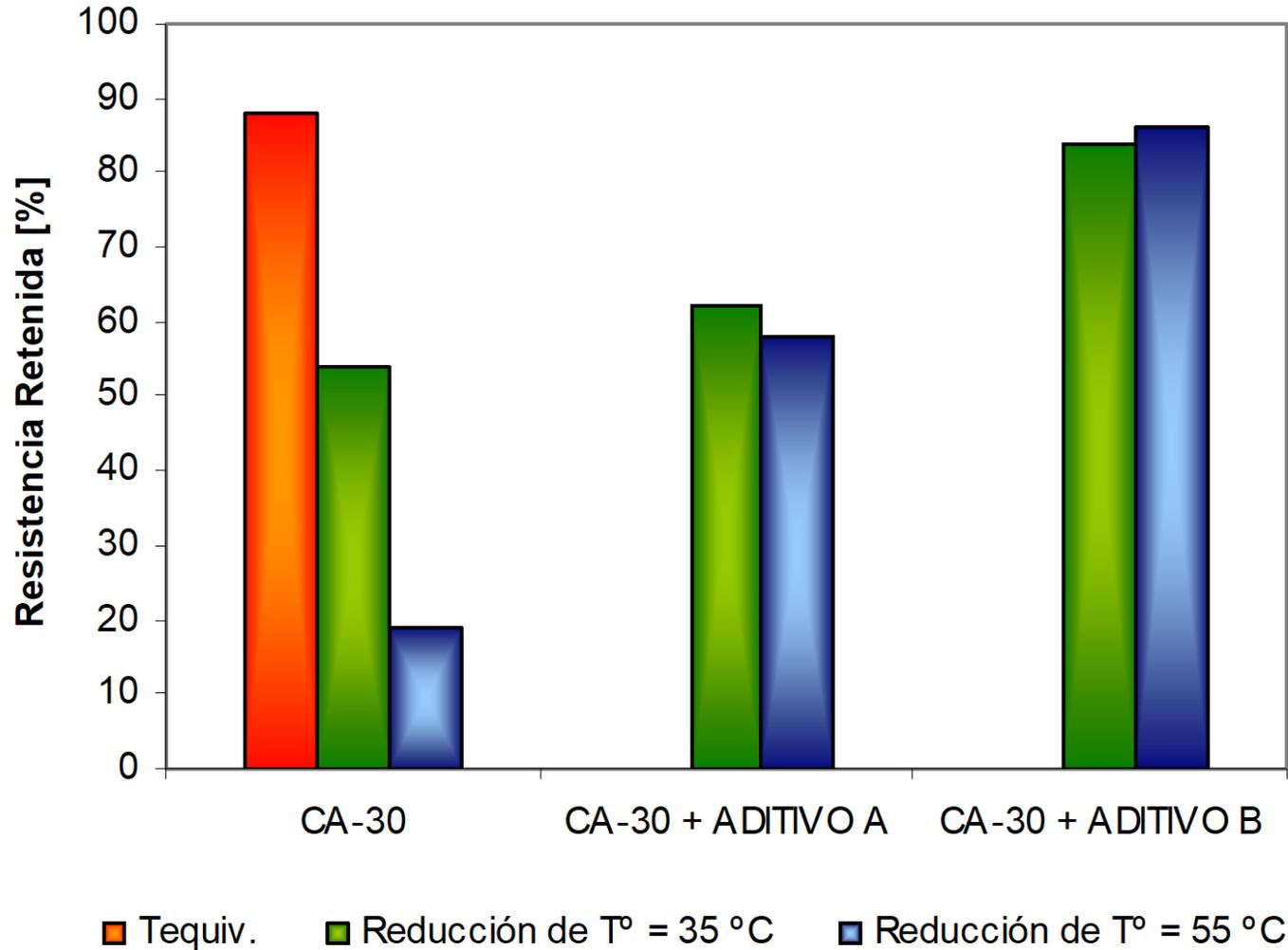


Evaluación de Mezclas WTT Hamburgo (ASSHTO T-324)



Aditivos que no cambian la viscosidad del asfalto

Estudios del desempeño al daño por humedad



T.I. a 25 °C

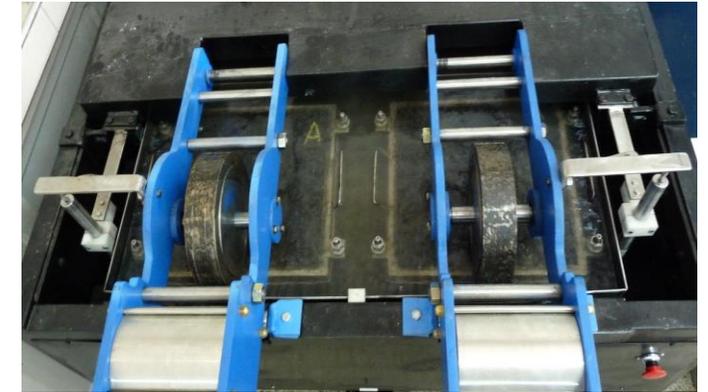
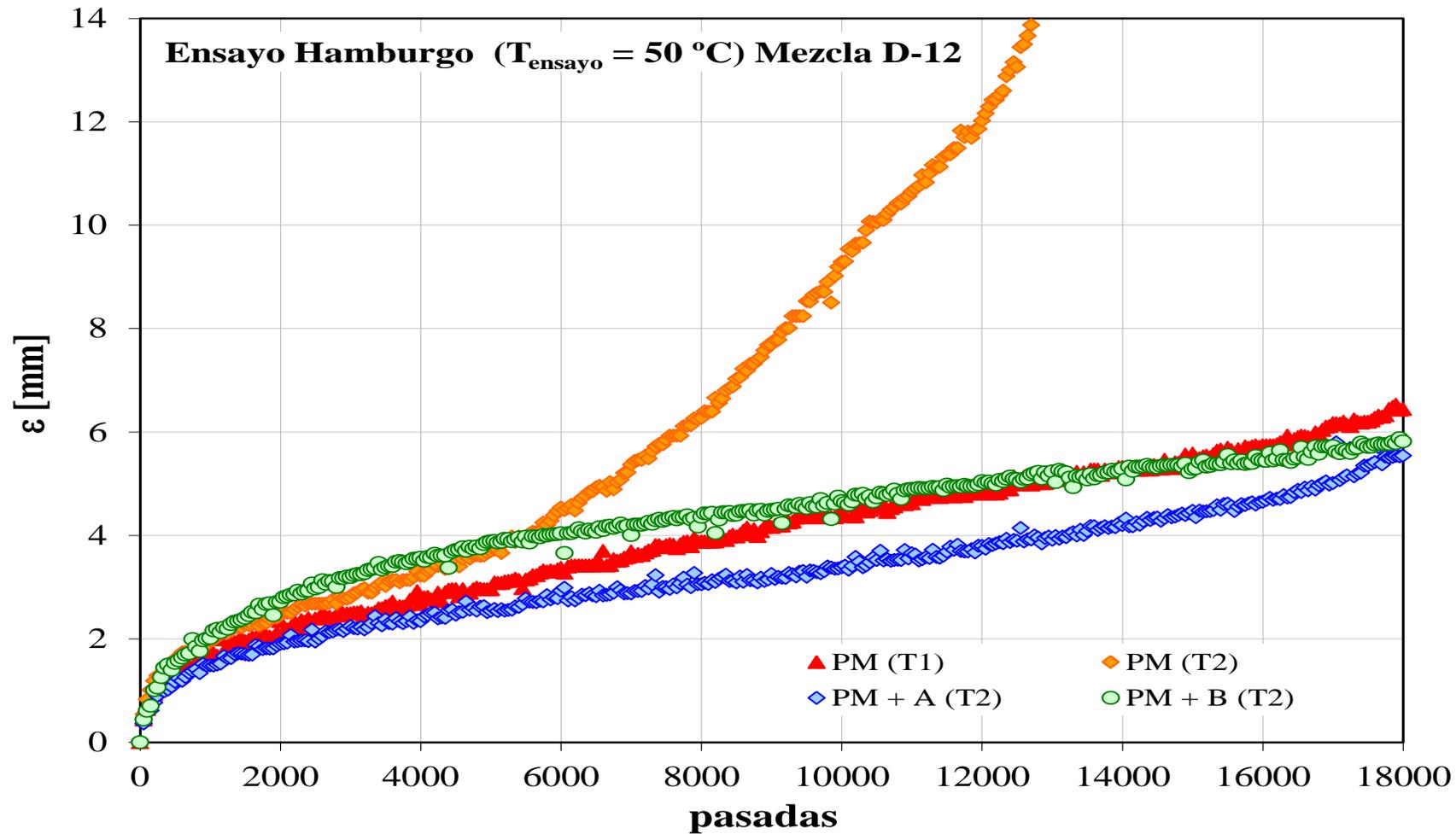


$$\frac{R_s}{R_c} \geq 80\%$$

Aditivos que no cambian la viscosidad del asfalto

Estudios del desempeño al daño por humedad

Ensayo de rueda cargada Hamburgo



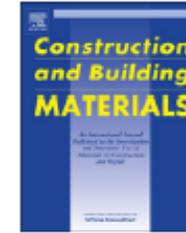


ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Construction and Building Materials

journal homepage: www.elsevier.com/locate/conbuildmat



Comparative evaluation of warm mix asphalt containing high percentages of reclaimed asphalt pavement

Sheng Zhao^a, Baoshan Huang^{a,*}, Xiang Shu^a, Mark Woods^b

^a Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Tennessee, Knoxville, TN 37996, United States

^b Materials and Tests Division, Tennessee Department of Transportation, Nashville, TN 37243, United States



CUIDADO!!!

Hay que estudiar

El uso de altos contenidos de RAP **puede generar problemas de fatiga y fisuración** de las mezclas asfálticas en servicio debido a la presencia de aglutinantes envejecidos que pueden causar un efecto de endurecimiento y provocar problemas de compatibilidad.

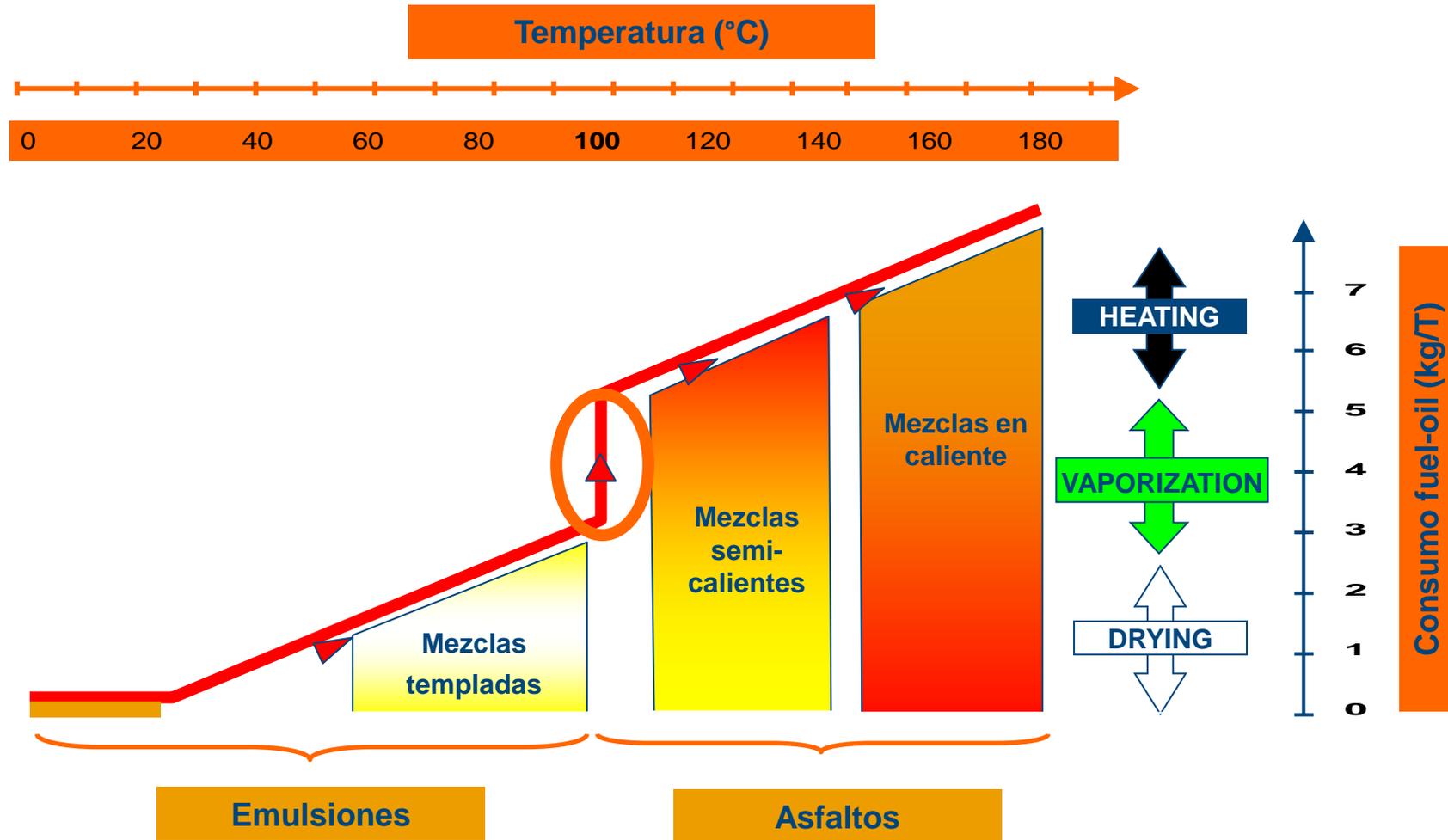
Mezclas templadas

Otra de las técnicas son las llamadas mezclas semi-calientes, las cuales son elaboradas con temperaturas del orden de los 110 °C y colocadas a temperaturas todavía inferiores a los 100 C°.

La disminución de las temperaturas necesarias para las tareas de producción, colocación y compactación poseen una vinculación directa con una serie de

beneficios muy interesantes por sobre los cuales se destaca el aspecto ambiental.

Mezclas templadas



Inconvenientes de las mezclas en frío (10-30 °C)

- Problemas en tiempo frío
- Distribución de las mezclas
- Demora de la mezcla en tomar cohesión

Ventajas de las Mezclas templadas con respecto a las mezclas en frío tradicionales

- ✚ Mejor envuelta de los áridos
- ✚ Alcanzan cohesión mas rápido
- ✚ No pierden flexibilidad
- ✚ Características mecánicas superiores
- ✚ Menor consumo de combustible en su fabricación y extendido
- ✚ Emplea los mismos equipos para su fabricación y puesta en obra.



Gracias por su atención...!!!



Dr Ing Francisco Morea

Investigador – Docente
Facultad de Ingeniería UNLP CONICET



Comisión Permanente del Asfalto
www.cpasfalto.com.ar

✉ francisco.morea@ing.unlp.edu.ar

✉ Francisco.morea@conicet.gov.ar