



XXXV Reunión del Asfalto

Comisión permanente del asfalto -Rosario 10 al 14 de noviembre del 2008

Ahuellamiento y Viscosidad de Corte Cero (ZSV)

Ing. Francisco Morea

COMISION DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS PROVINCIA DE BUENOS AIRES

LEMIT

LABORATORIO DE
ENTRENAMIENTO
MULTIDISCIPLINARIO PARA LA
INVESTIGACION TECNOLOGICA



INTRODUCCIÓN

El asfalto tiene un rol preponderante en el proceso de deformaciones permanentes que sufre un pavimento asfáltico.

Estudiar las características físicas de los asfaltos y su relación con el comportamiento en la mezcla asfáltica es tema de estudio de numerosos investigadores.

Dentro de estas características una de las más importantes es la Viscosidad de Corte Cero (ZSV) que cuenta con el consenso de varios autores ya que representa en forma eficiente el aporte del asfalto en el control de las deformaciones permanentes.

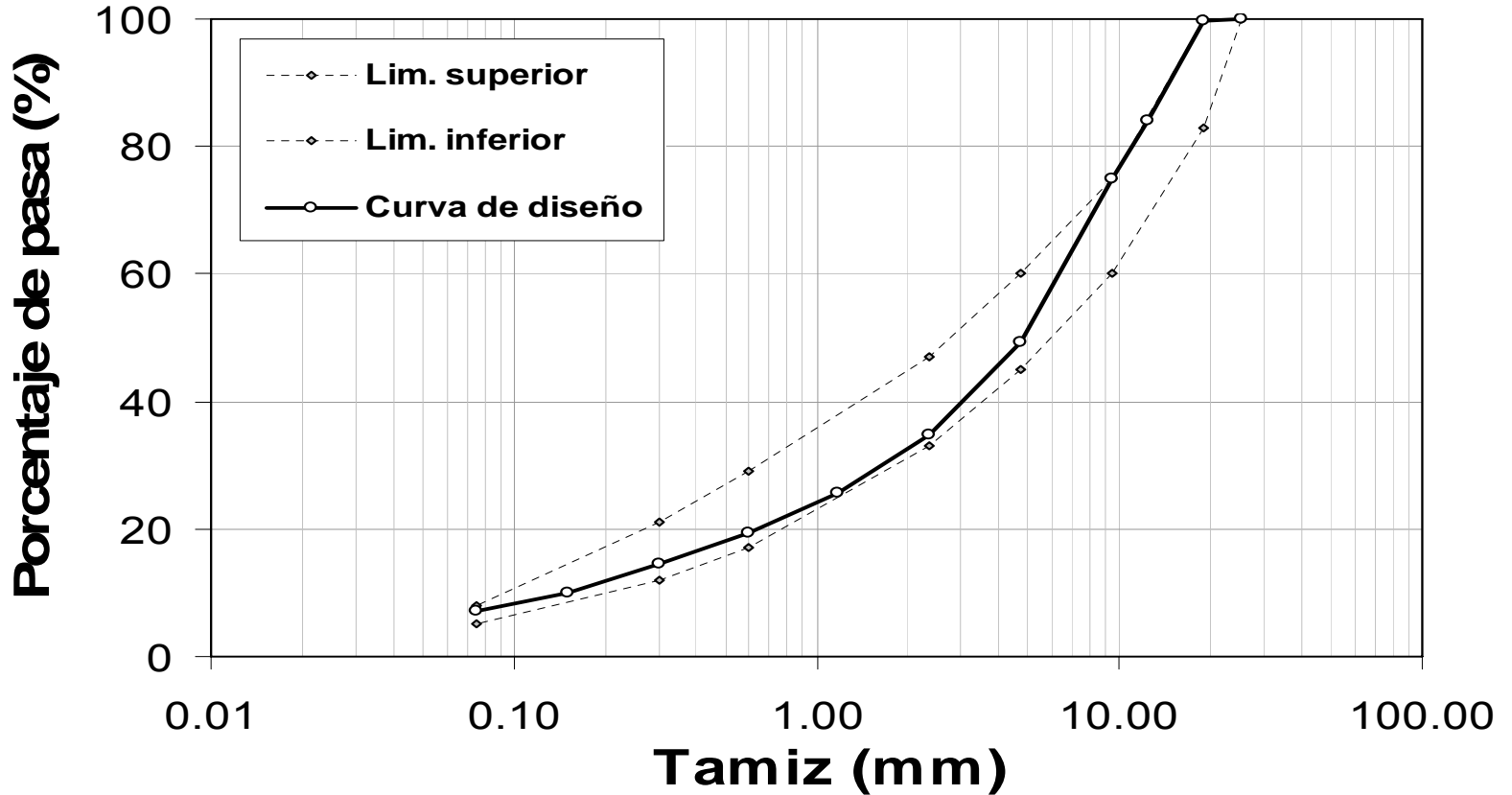
OBJETIVOS

1. Estudio de las características reológicas de asfaltos convencionales, multigrados y modificados con polímero de uso corriente en Argentina a través de la ZSV.
2. Estudio de la performance frente al ahuellamiento en el ensayo de Wheel Tracking de mezclas asfálticas elaboradas con los mismos ligantes.
3. Tomando la experiencia en el ensayo de Wheel Tracking se toman los parámetros de laboratorio dados como límites de buen comportamiento para una mezcla asfáltica los que se utilizaron para definir valores de ZSV límites en el ligante asfáltico.

ASFALTOS

Asfalto	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	M 1	M 2	M 3	P1	P2	P3
Modificador	-	-	-	-	Química			EVA	SBS	SBS
Clasificación IRAM	CA-10	CA-20	CA-30	-	-	-	-	AM2	AM3-C	AM3-C
Original										
Penetración a 25 °C	89	60	58	17	60	53	42	64	71	64
P. Ablandamiento [°C]	47,4	54,2	51,8	65,7	58,3	69,0	57,6	69,2	88,5	95,5
Viscosidad Brookfield a 60°C [Pa.s]	147,2	256,0	316,0	2524	1224	5120	1032	270,4	7472	-
Recua. Torsional [%]	-	-	-	-	-	-	-	67,2	76,7	77,2
Envejecido en RTFOT										
Penetración a 25°C	59	44	37	11	42	40	31	45	53	46
P. Ablandamiento [°C]	51,8	58,2	56,8	69,4	67,8	84,0	65,6	69,4	74,2	90,0
Viscosidad Brookfield a 60°C [Pa.s]	262,4	480,0	724,0	5960	6760	47840	3796	1880	-	-
Perdida de masa [%]	0,06	0,12	0,03	0,06	0,03	-0,37	-0,03	0,03	0,06	-0.30
Clasificación PG	58-22	64-22	64-16	76-10	70-22	82-xx	76-xx	70-28	70-22	70-xx

MEZCLA ASFÁLTICA



Filler	Cal	0-6	6-12	6-20	Asfalto
2 %	1 %	45 %	12 %	40 %	5 %
Densidad _{diseño} = 2,437 Kg/cm ³ Densidad _{Rice} = 2,526 Kg/cm ³					

MEDICIÓN DE LA ZSV

❖ Reómetro de Corte Dinámico (DSR)

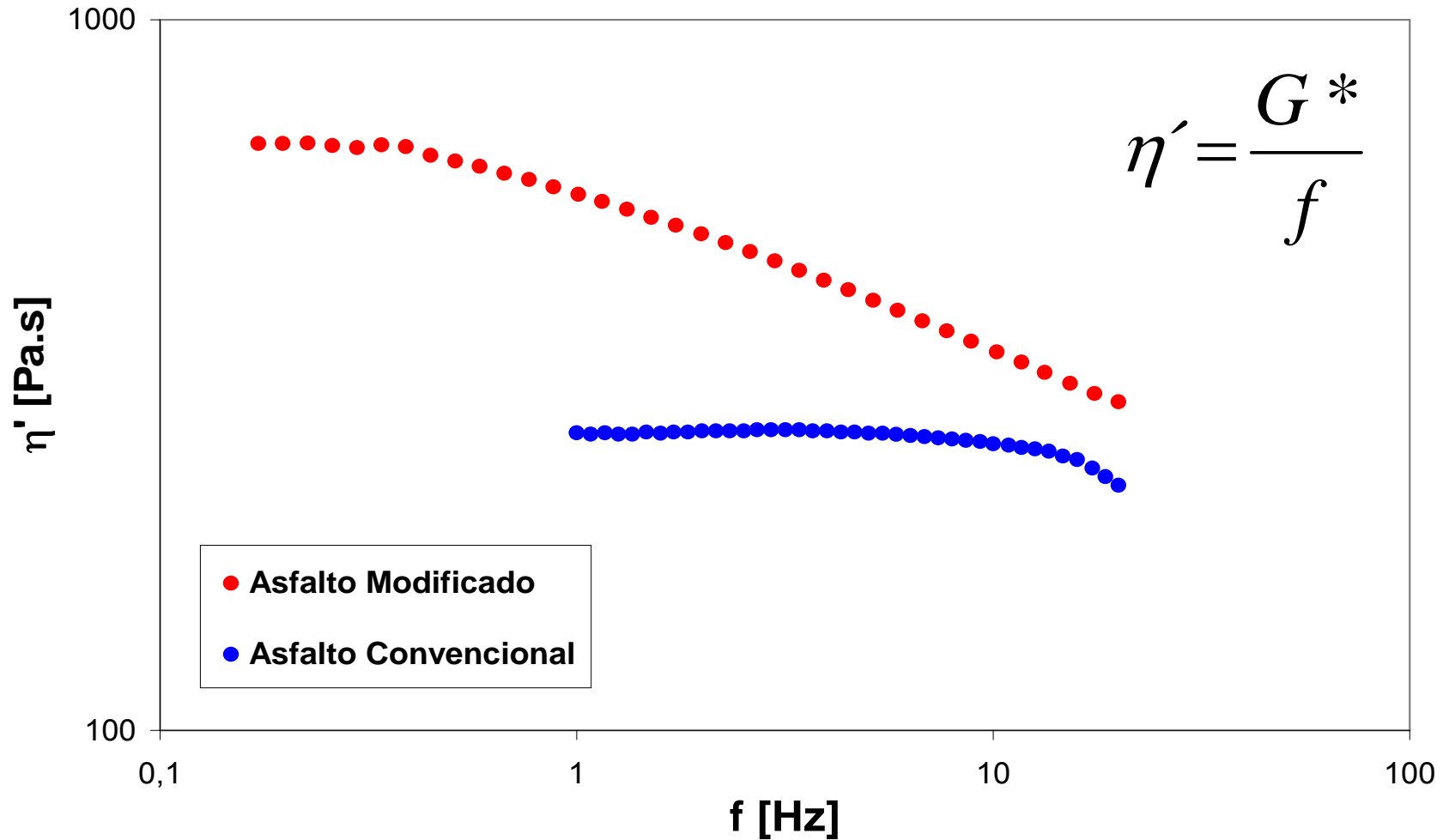
2 Modo de deformación controlada.

2 Método de barrido de frecuencias.



MEDICIÓN DE LA ZSV

Barrido de frecuencias.



MEDICIÓN DE LA ZSV

Barrido de frecuencias.

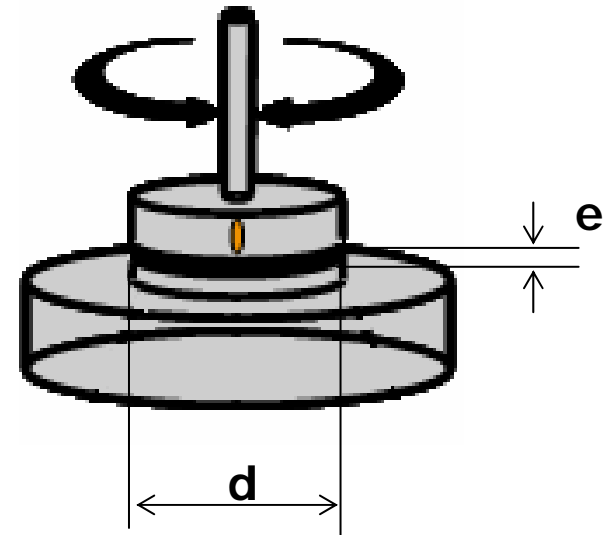
Los barridos se realizaron para el rango de $T = 10$ a 90 °C con pasos cada 10 °C

$T = 10 - 30$ °C

- platos paralelos: $d = 8$ mm; $e = 2$ mm
- rango de $f = 0,5 - 10$ Hz

$T = 40 - 90$ °C

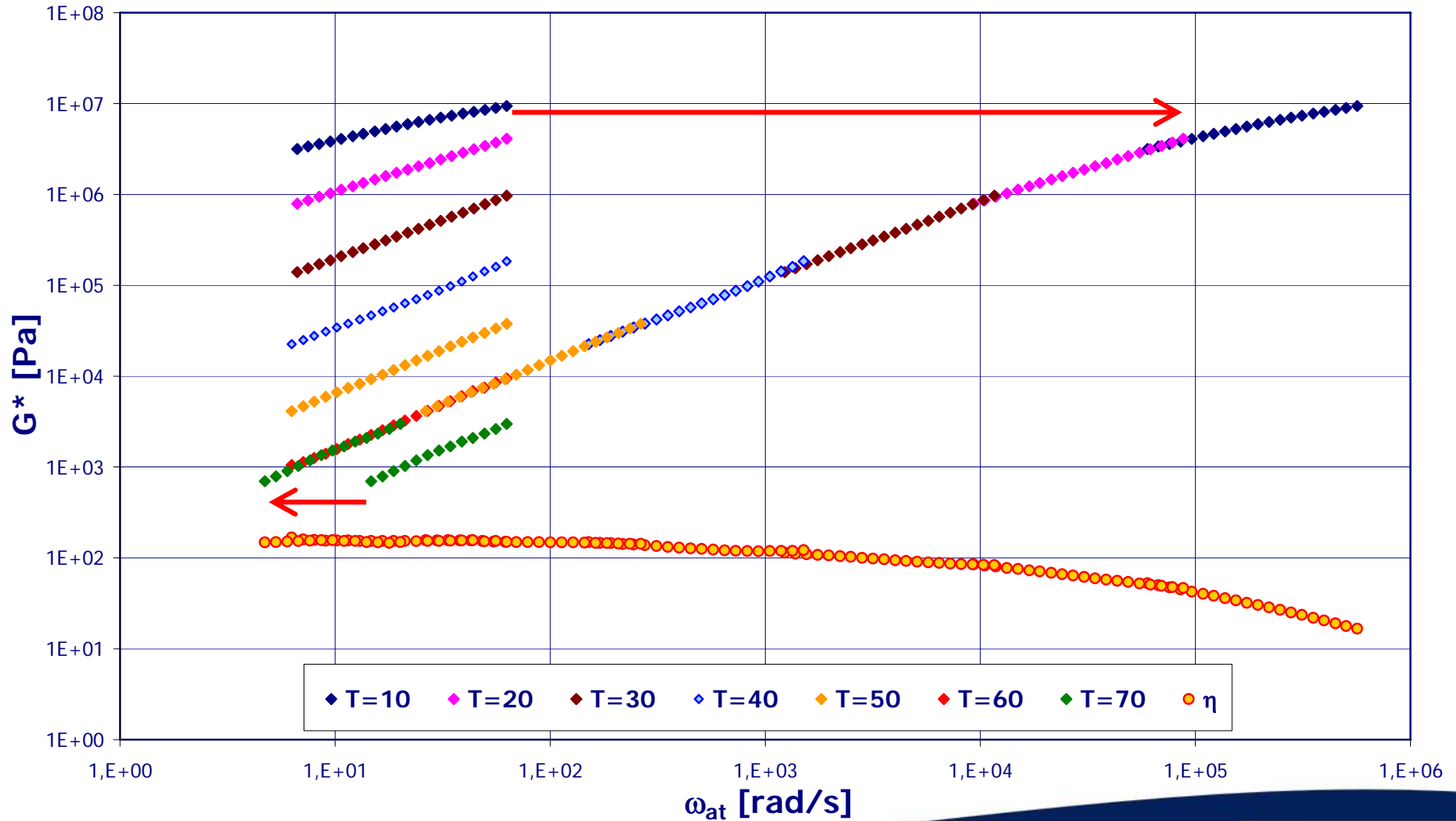
- platos paralelos: $d = 25$ mm; $e = 1$ mm
- rango de $f = 1 - 10$ Hz



MEDICIÓN DE LA ZSV

Barrido de frecuencias – Curva maestra

CA 1 Original - Curva Maestra $T_{ref} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$



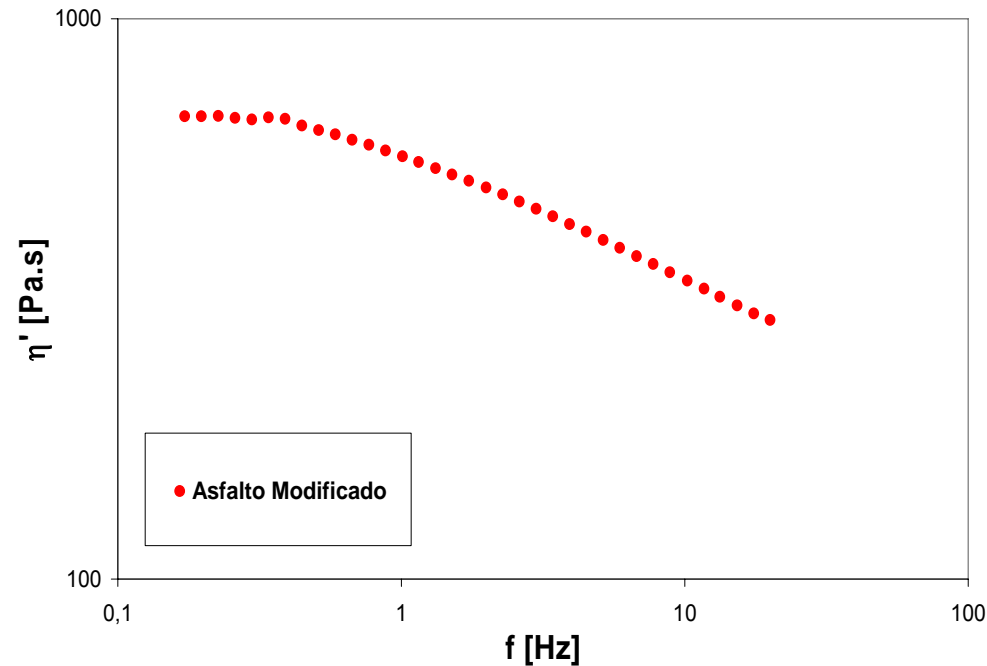
MEDICIÓN DE LA ZSV

Barrido de frecuencias – Ajuste de los datos

$$\eta = \eta_{\infty} + \frac{\eta_0 - \eta_{\infty}}{1 + (k \cdot \omega)^n}$$

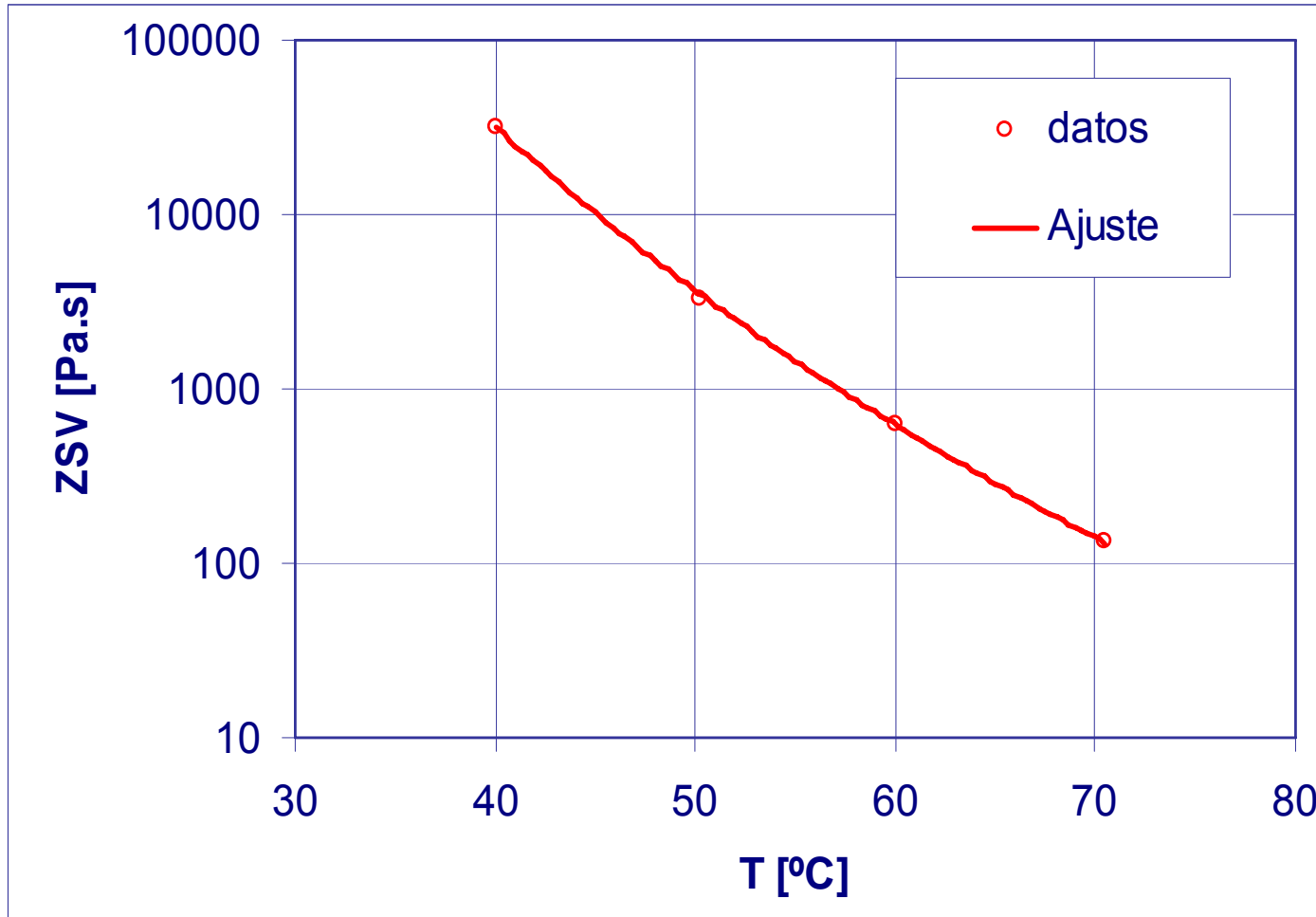
Modelo de Croos

En el caso de los asfaltos modificados para las bajas frecuencias el gradiente de viscosidad es muy notorio. Este efecto produce en el ajuste del modelo valores de viscosidad a corte cero irrealmente altos. Siguiendo el criterio de De Visscher los valores de viscosidad se calcularon a la frecuencia de 0,001 Hz, como aproximación más real a la ZSV.



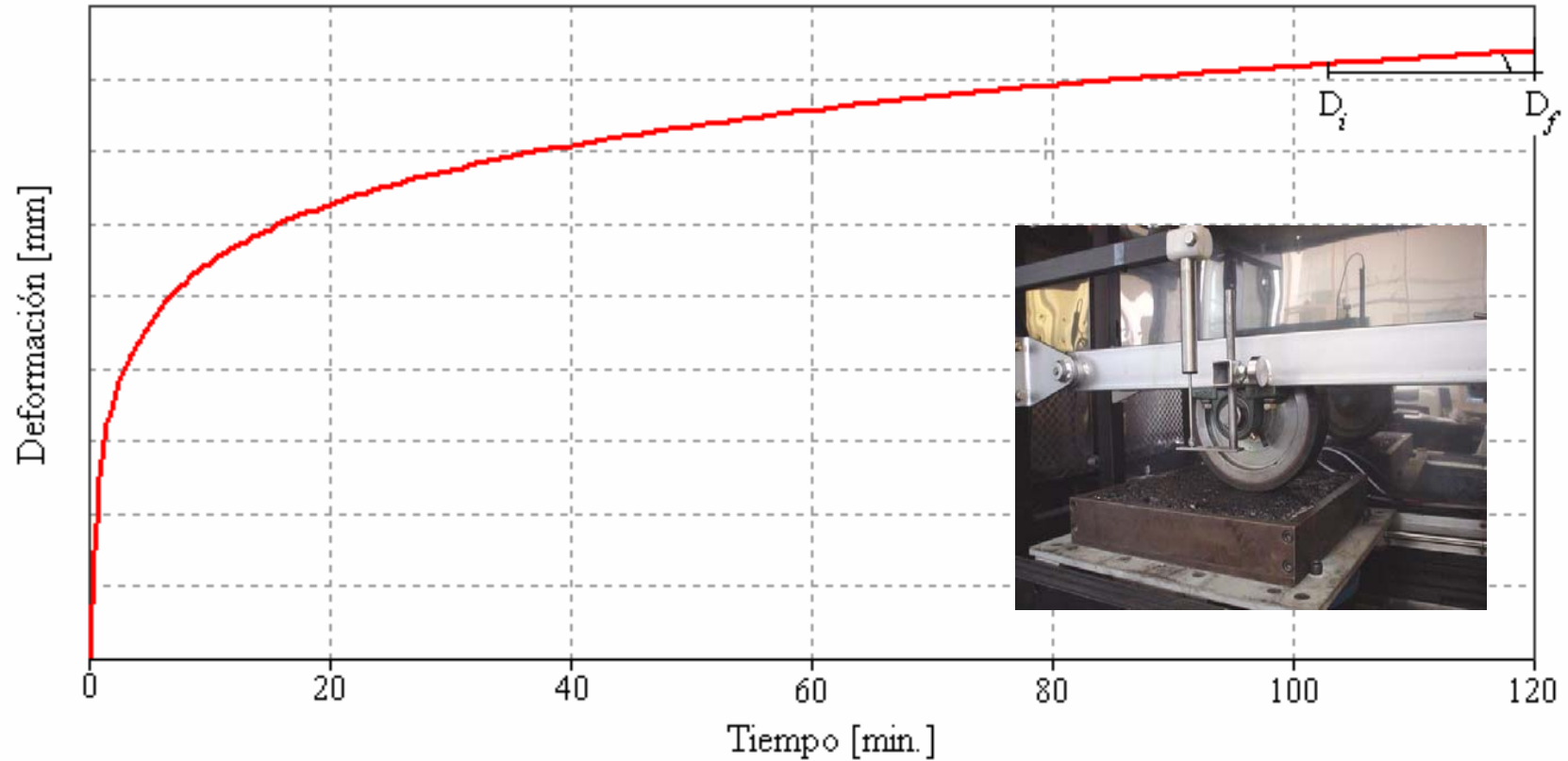
MEDICIÓN DE LA ZSV

Barrido de frecuencias



MEDICIÓN DE DEFORMACIONES PERMANENTES

Wheel Tracking test (60 °C)



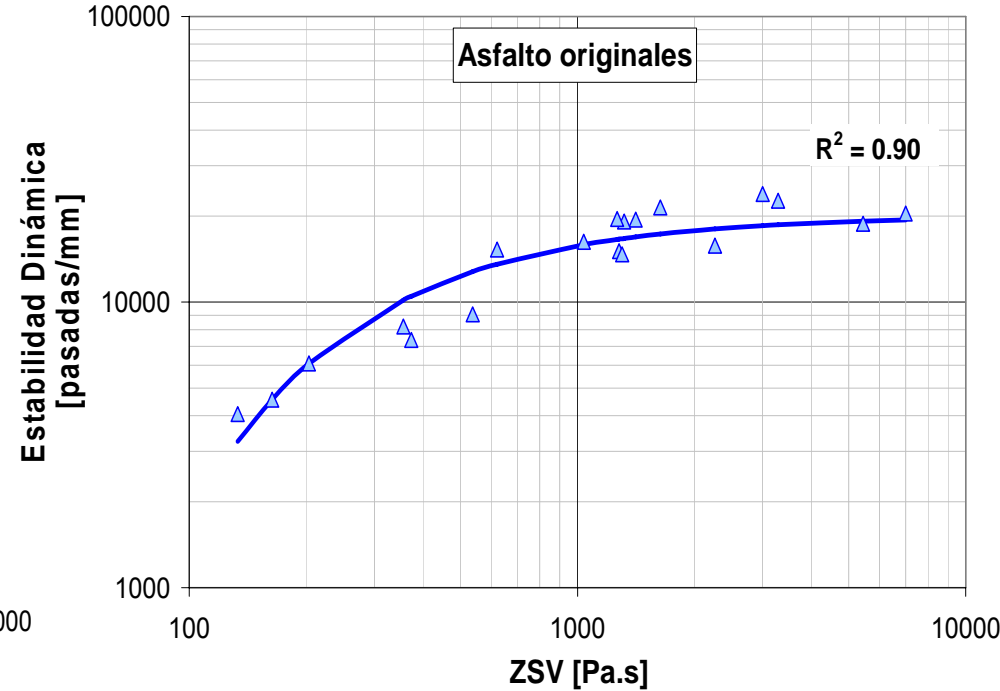
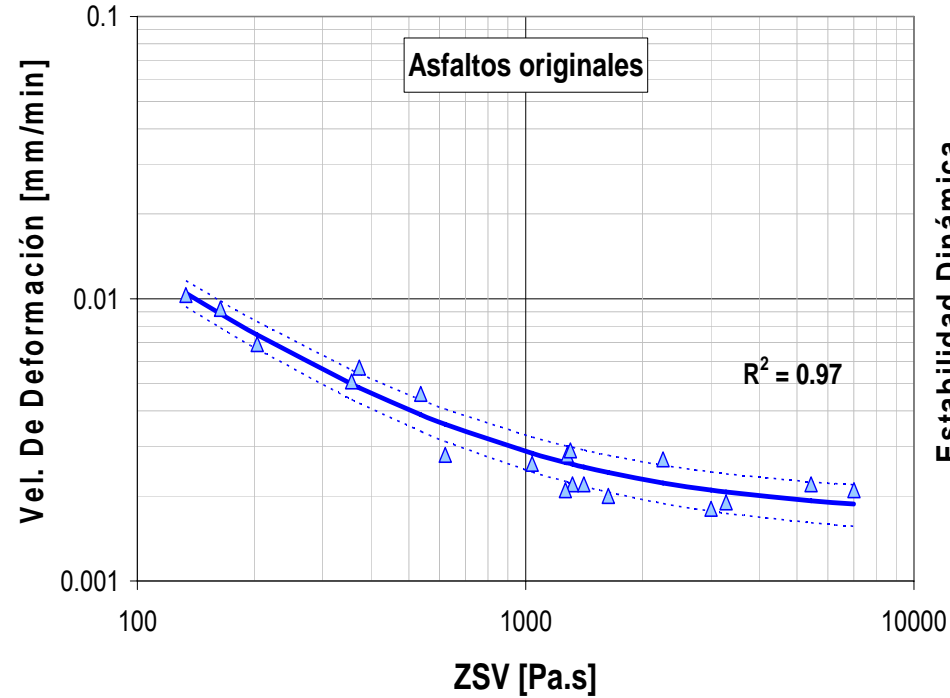
$$Velocidad_{Def} \cdot \left[\frac{mm}{min} \right] = \frac{D_f - D_i}{15}$$

$$Estabilidad\ dinámica \left[\frac{pasadas}{mm} \right] = \frac{42}{Velocidad_{def}}$$

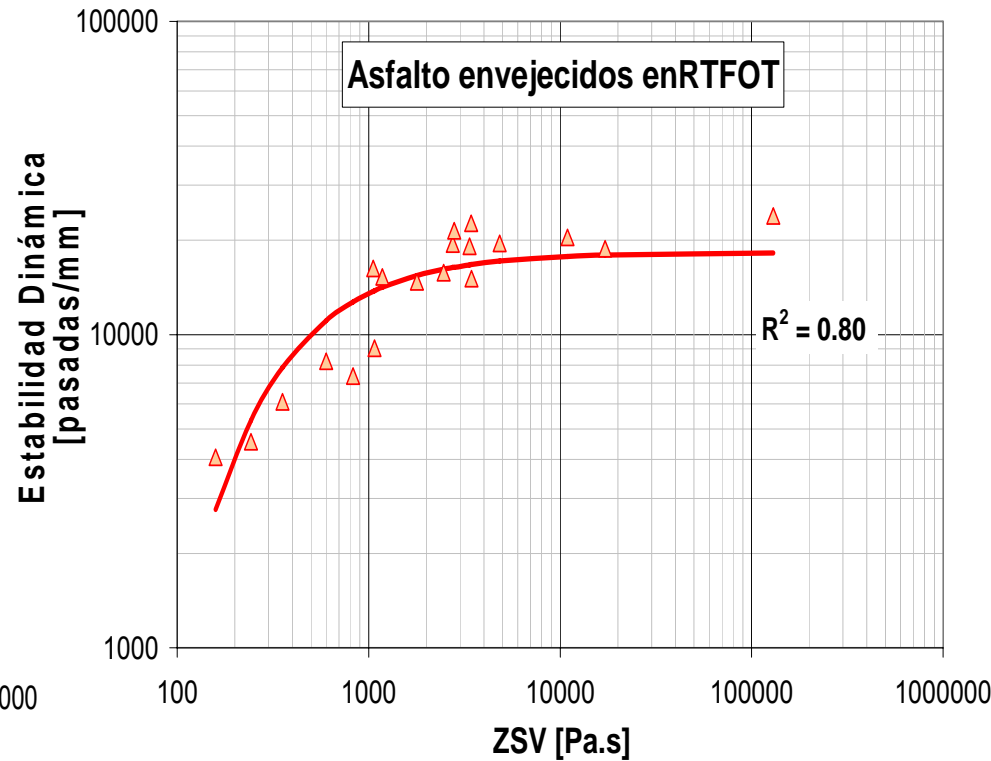
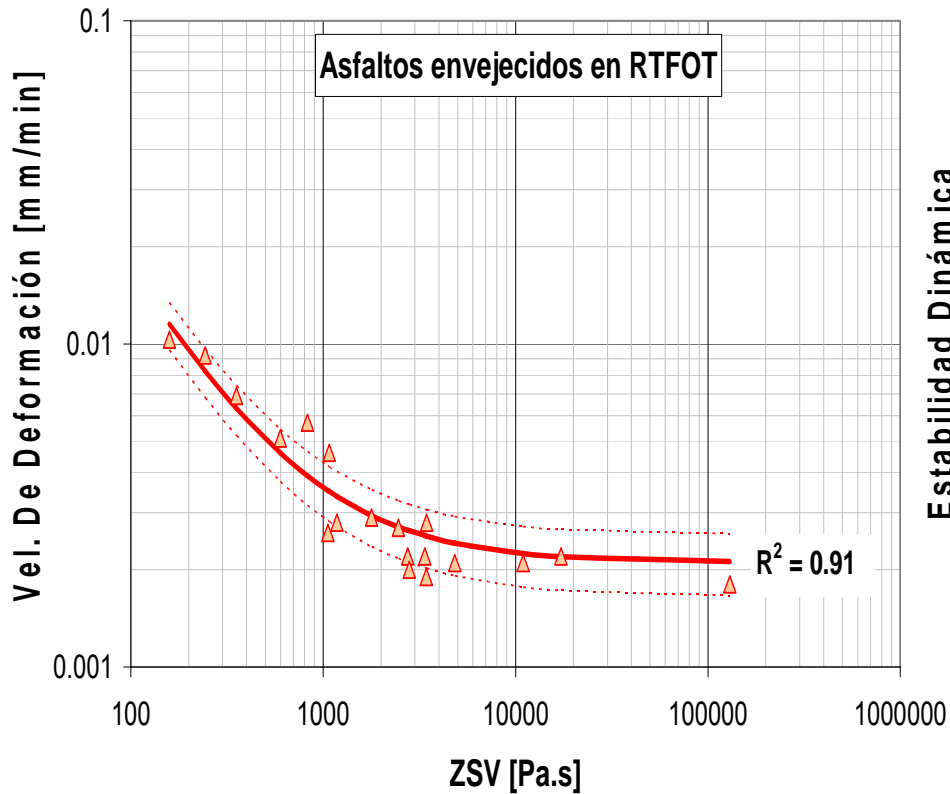
RESULTADOS

Asfalto	T _{ensayo} [C]	ZSV [Pa.s]		Velocidad de deformación [mm/min.]	Estabilidad Dinámica [pasadas/mm]
		Original	RTFOT	120 min.	120 min.
CA 1	60	163,7	242,9	0,0092	4551
	50	536,9	1073,5	0,0046	9060
CA 2	60	203,3	354,4	0,0069	6104
	50	1302,8	1785,5	0,0029	14720
CA 3	60	356,2	599,1	0,0051	8217
	50	1633,5	2801,6	0,0020	21461
CA 4	60	1280,0	3443,4	0,0028	15072
	70	373,1	828,7	0,0057	7363
M 1	60	1319,3	3366,4	0,0022	19153
	50	5436,2	17193,9	0,0022	18795
M 2	60	3000,6	129925,1	0,0018	23934
M 3	60	1412,8	2747,7	0,0022	19434
	70	133,4	158,7	0,0103	4059
P1	60	621,4	1178,5	0,0028	15269
	50	3284,5	3432,6	0,0019	22670
P2	60	1265,3	4834,3	0,0021	19556
	70	1038,4	1057,6	0,0026	16270
P3	60	2259,6	2460,8	0,0027	15760
	50	7011,2	10935,1	0,0021	20439

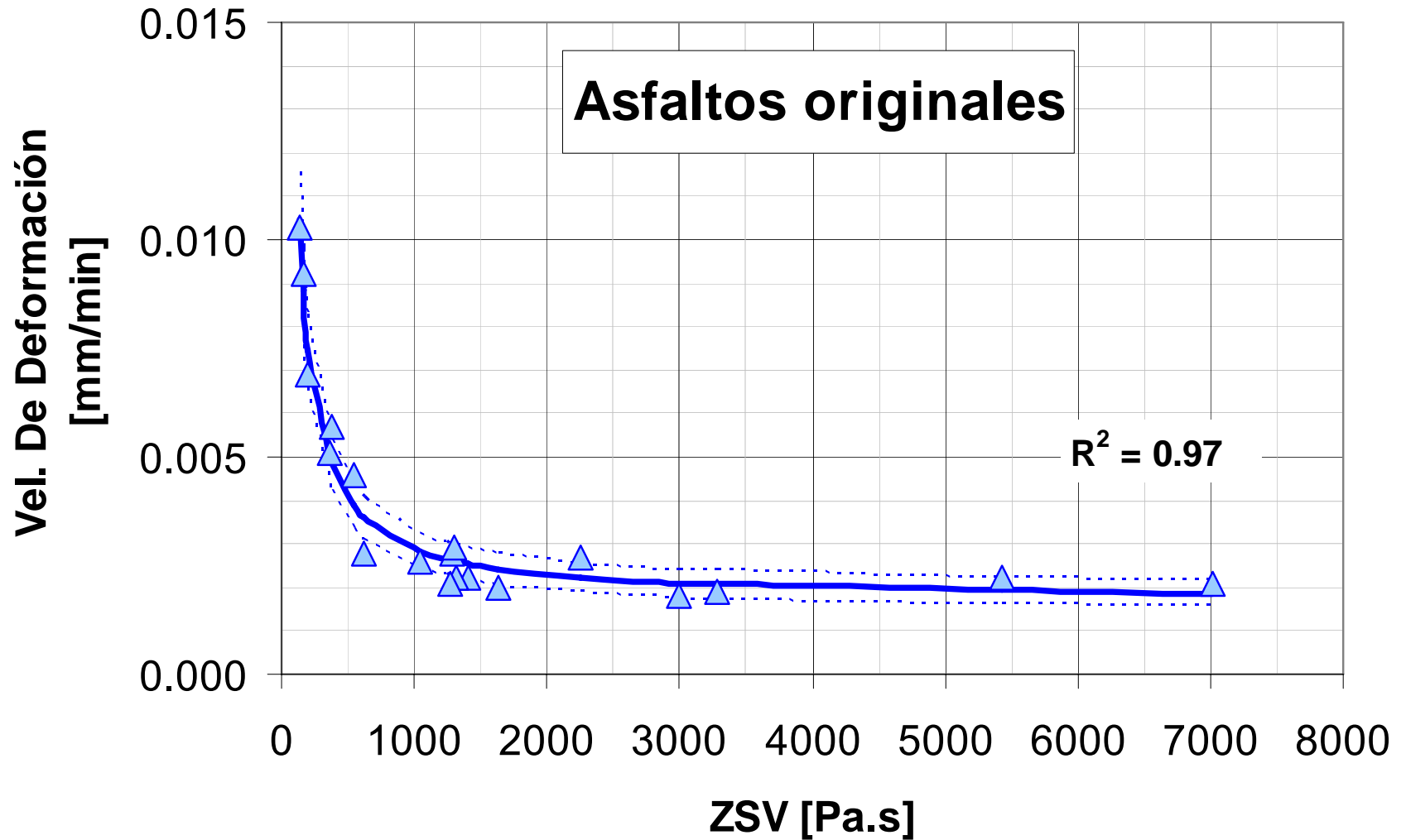
RELACIONES – asfaltos originales



RELACIONES – Asfaltos envejecidos

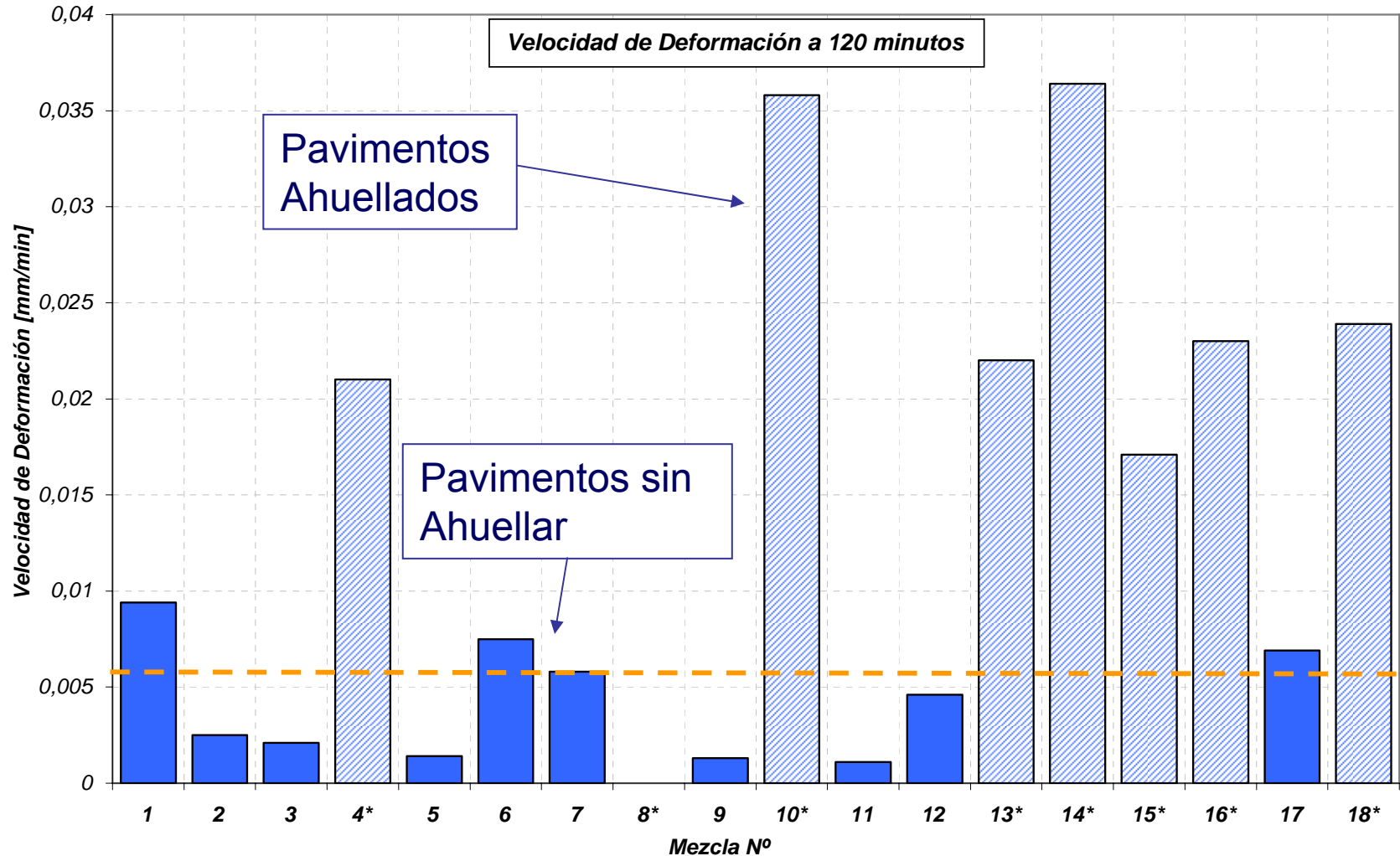


ANÁLISIS DE RESULTADOS



LIMITES DE DEFORMACIÓN

Agnusdei y otros: Estudios sobre testigos de mezclas de concreto asfáltico con asfaltos convencionales extraídas del pavimento.*



* Presentado en XXXIV Reunión del Asfalto

LIMITES DE DEFORMACIÓN

Mezclas de Concreto asfáltico

Con una carga de 520 ± 5 Newtons (53 kg)

$T = 60^{\circ}\text{C}$, tiempo de ensayo de 120 minutos

- ✓ **Velocidades de deformación $< 0,0052$ mm/min**
- ✓ **Estabilidad dinámica > 8000 pasadas/mm**

LIMITES DE ZSV

tomando en cuenta el ajuste realizado previamente para las deformaciones permanentes versus las ZSV de los diferentes ligantes y considerando el valor de velocidad de deformación límite

Límite de Velocidad _{def.}		Original		RTFOT	
Intervalo		ZSV _{media} [Pa.s]	CV	ZSV _{media} [Pa.s]	CV
105 – 120 min.	0.0052	334.7	0.36	482.0	0.62

TEMPERATURAS MÁXIMAS SEGÚN ZSV

	CA 1	CA 2	CA 3	CA 4	M1	P1	P2	P3
Original								
T_{zsv} [°C]	53,5	57,2	60,2	67,5	70,9	63,8	117,6	81,7
$T_{G^*/sen\delta}$ [°C]	63,7	66,3	68,5	79,4	81,8	77,4	72,9	79,5
RTFOT								
T_{zsv} [°C]	54,8	57,7	61,1	71,2	75,1	62,8	91,8	77,0
$T_{G^*/sen\delta}$ [°C]	61,3	64,7	67,3	76,5	79,2	72,0	71,7	70,9

TEMPERATURAS MÁXIMAS SEGÚN ZSV

- Los asfaltos convencionales estas temperaturas son alrededor de 9 °C menores a las obtenidas por la metodología SHRP, para los ligantes originales, y de 6 °C menos para los envejecidos en RTFOT.
- El multigrado mostró una diferencia similar a los convencionales.
- En los asfaltos modificados con polímeros esta diferencia es disímil dependiendo del ligante y del envejecimiento
- Sin embargo es notorio como el $G^*/\sin\delta$ desestima el aporte de los ligantes modificados con polímeros del tipo SBS (P2 y P3 de este trabajo).

CONCLUSIONES

- La ZSV clasifica eficientemente el aporte de los diferentes ligantes argentinos estudiados en la resistencia al ahuellamiento de una mezcla asfáltica densa indistintamente de sean asfaltos convencionales o modificados.
- Se proponen valores de ZSV para la caracterización de asfaltos argentinos en el rango de temperaturas altas a medias que se relacionan con las deformaciones permanentes, más específicamente para evitar la aparición de las mismas en los pavimentos argentinos.

Original	RTFOT
ZSV _{media} [Pa.s]	ZSV _{media} [Pa.s]
330	480

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN.

