3° CONGRESO
SALVADOREÑO
DEL ASFALTO
EL SALVADOR RUEDA SOBRE ASFALTO

Experiencia Salvadoreña con la Clasificación para Ligantes por Desempeño

Presenta:

Ing. Christa de Lara

Gerente Técnico

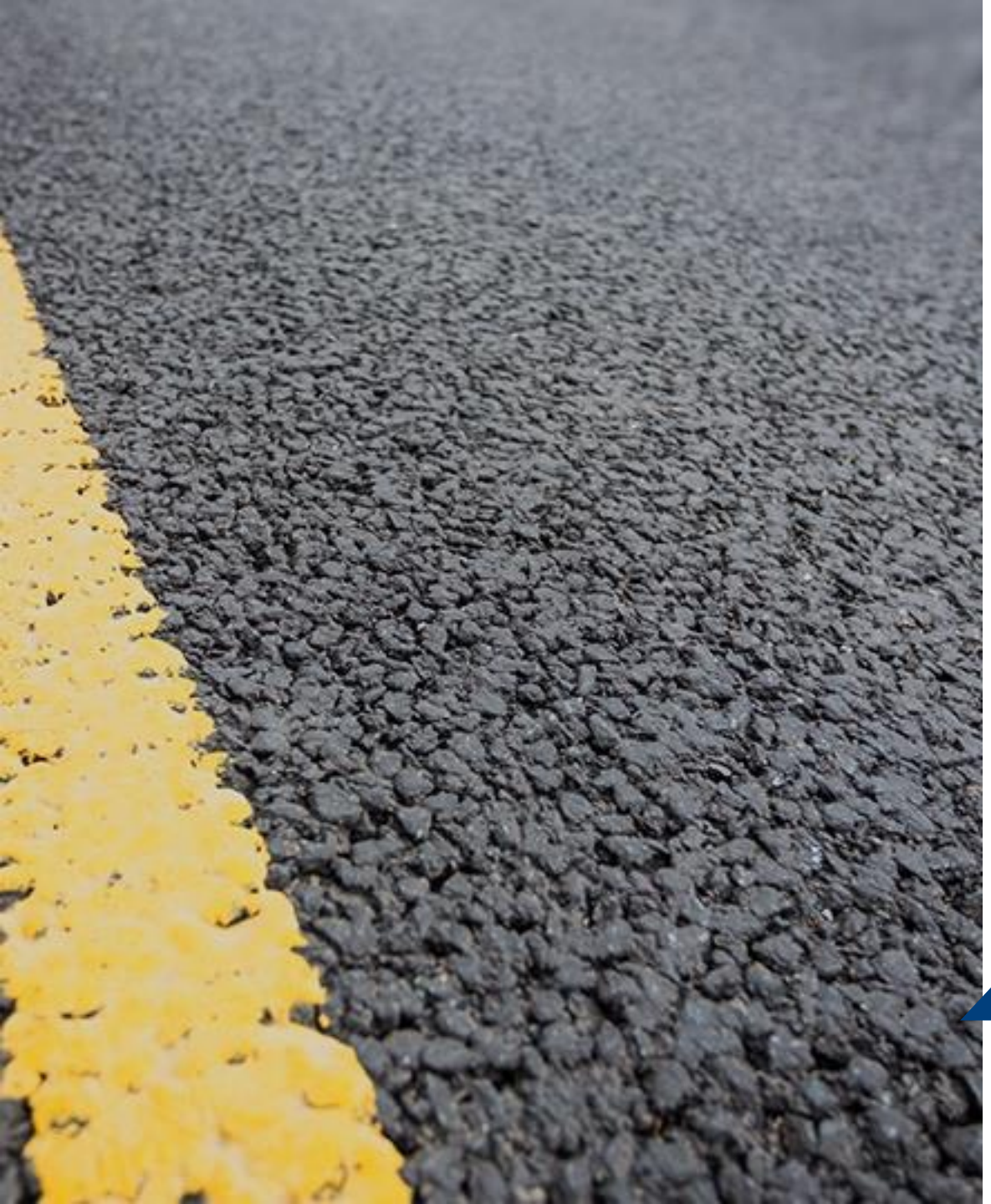
Asfalca, S.A. de C.V.

Introducción

En El Salvador, a partir del año 2004 se inició la migración de la clasificación por penetración hacia la clasificación por desempeño, con miras a una mejoría en la caracterización de los ligantes asfálticos.

Si bien la viscosidad es una característica fundamental e intrínseca del material, todavía se basa en ensayos físico – químicos de naturaleza empírica, que no predicen de la mejor manera el desempeño de los asfaltos.

Siempre con miras a la mejora, a partir del 2017 el Fondo de Conservación Vial (FOVIAL), con un enfoque hacía la recolección de datos, solicita a los supervisores que caractericen por medio de la AASHTO M332 los asfaltos utilizados. Para 2018, tanto supervisores como contratistas deben caracterizar los asfaltos por desempeño con fines de investigación.



Objetivo

El principal objetivo de esta presentación es la de mostrar los datos obtenidos por medio de la clasificación por desempeño AASHTO M332 en el corriente año, tanto para asfaltos convencionales como para asfaltos modificados.

Nos centramos en analizar los resultados del ensayo AASHTO T350 (MSCR) y de los cálculos de los parámetros A-VTS, obtenidos a partir de el ensayo AASHTO T315 al ligante original.

CLASIFICACIÓN POR DESEMPEÑO AASHTO M332

Esta especificación entró en uso como estándar completo en el año 2014, teniendo su primer cambio en el 2018.

Difiere de la AASHTO M320, la primera especificación por desempeño, en que adopta el MSCR (Multiple Stress Creep and Recovery) como parámetro para la predicción del ahuellamiento.

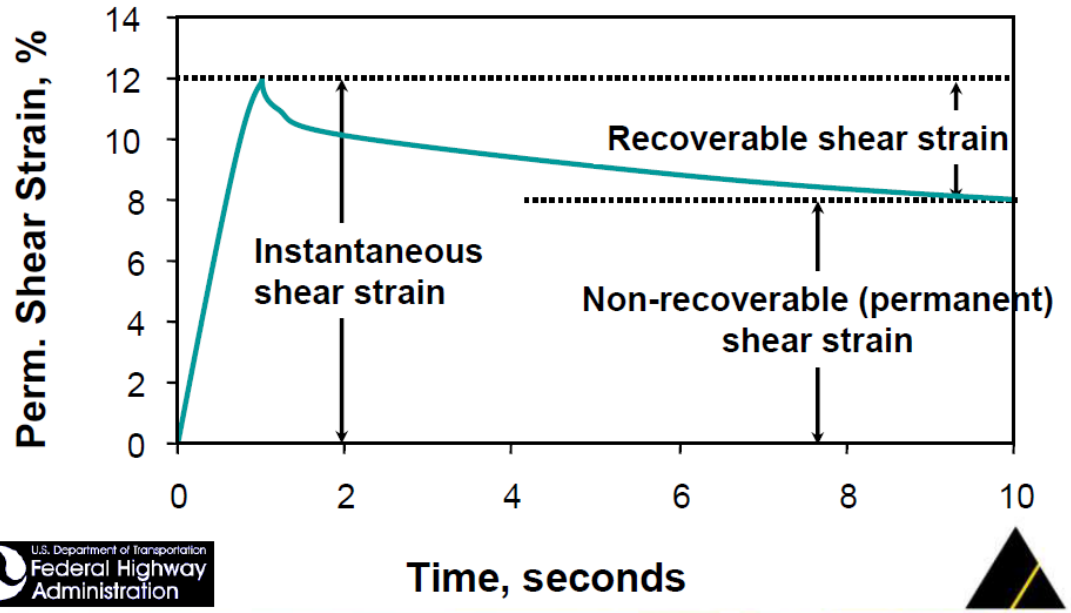
Incluye:

- Grado de Desempeño al ligante original
- MSCR, después de RTFO (DSR)
- Grado de Desempeño a Temperatura Intermedia, después de RTFO + PAV (DSR)
- Grado de Desempeño a Temperaturas Bajas, después de RTFO + PAV (BBR ó DTT)
- Viscosidad a 135°C al ligante original (Viscosímetro Rotacional)
- Punto de Llama al ligante original (Copa de Cleveland)

Multiple Stress Creep and Recovery MSCR

AASHTO T350, Multiple Stress Creep and Recovery

Multiple Stress Creep and Recovery, que podría traducirse como Fluencia y Recuperación a Esfuerzos Múltiples, es un protocolo reológico estándar en el cual un espécimen se somete a una carga constante por un tiempo fijo y luego se le permite recuperarse sin carga alguna por otro tiempo fijo.

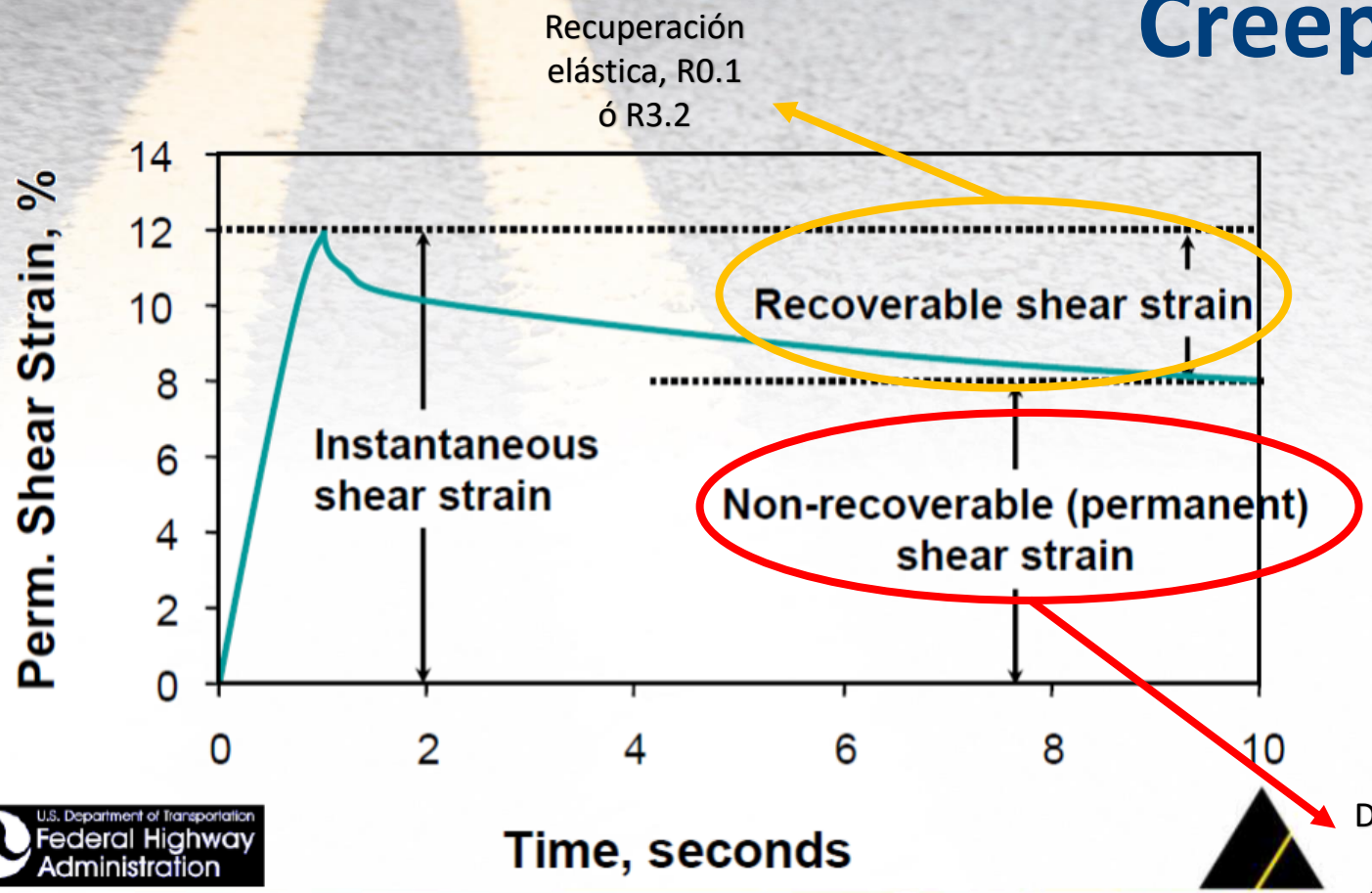


Para el caso del MSCR, se somete a una carga por 1 segundo y se le permite recuperarse por 9 segundos, haciendo que un ciclo de carga + recuperación dure 10 segundos. Utiliza dos esfuerzos: 0.1 kPa y 3.2 kPa.
Se hacen 20 ciclos a 0.1 kPa (10 de acondicionamiento y luego 10 para cálculo) y 10 ciclos a 3.2 kPa.

U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration

3° CONGRESO SALVADOREÑO DEL ASFALTO
EL SALVADOR RUEDA SOBRE ASFALTO

AASHTO T350, Multiple Stress Creep and Recovery



De estos ciclos de carga + descarga, obtenemos varios parámetros:

- La recuperación elástica a 0.1 kPa
- La recuperación elástica a 3.2 kPa
- La diferencia entres las recuperaciones elásticas
- La deformación no – recuperable a 0.1 kPa
- La deformación no – recuperable a 3.2 kPa
- La diferencia entre las deformaciones no – recuperables.

$$Jnr = \frac{Deformación\ no\ recuperada}{Esfuerzo\ cortante\ aplicado}$$

U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration

3° CONGRESO SALVADOREÑO DEL ASFALTO
EL SALVADOR RUEDA SOBRE ASFALTO

Cada uno de estos parámetros nos dice algo diferente, pero para efectos de especificación, los parámetros que se toman son:

- Deformación No – Recuperable a 3.2 kPa ($Jnr_{3.2}$, kPa^{-1})
- Diferencia entre deformaciones no recuperables (Jnr_{diff}, %)

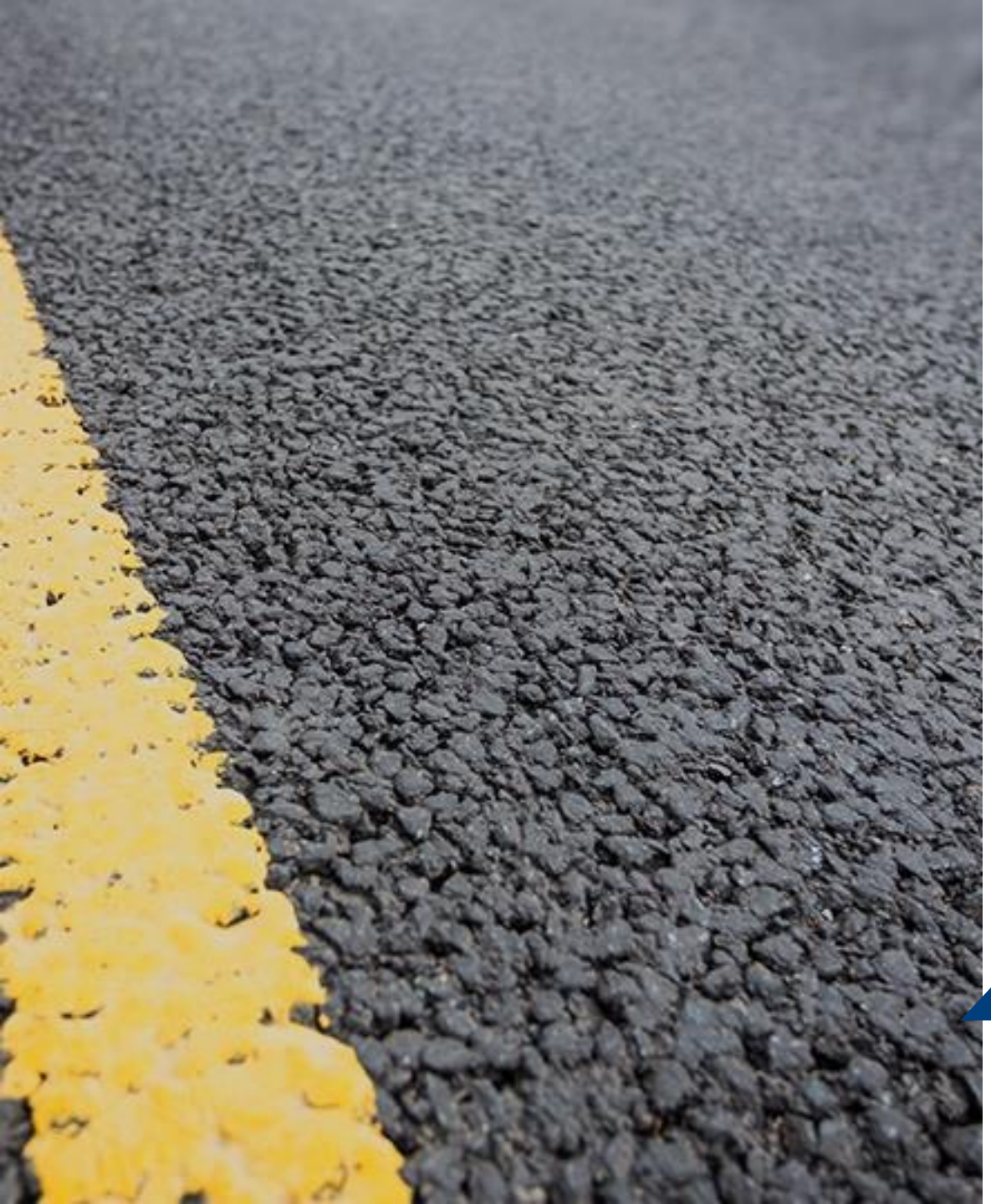
A partir de 2018, AASHTO emite la R92, *Práctica Estándar para la Evaluación del Comportamiento Elástico de Ligantes Asfálticos usando el MSCR*, y la incorpora a la M332. En esta práctica se da una gráfica en la que implícitamente se incorpora:

- Recuperación elástica a 3.2 kPa ($RE_{3.2}$, %)

Minimum % Recovery for Measured Jnr values	
Jnr @ 3.2 kPa	Minimum % Recovery
2.0 - 1.01	30%
1.0 - 0.51	35%
0.50 - 0.251	45%
0.25 - 0.125	50%

Para clasificar por el MSCR debe de tomarse en cuenta los efectos del la carga vehicular y de la velocidad. También debe de tomarse en cuenta la recuperación elástica, pues puede darse el caso de endurecer mucho el ligante para que no se deforme, y luego incurrir en comportamientos quebradizos que inducen la fatiga.

Designación	Trafico y velocidad
Estándar, "S"	**< 10 millones ESAL y >70 Km/h**
Alta, "H"	**10 - 30 millones ESAL ó 20-70 Km/h**
Muy Alta, "V"	**>30 millones ESAL ó <20 Km/h**
Extremadamente Alta, "E"	**>30 millones ESAL y <20 Km/h**

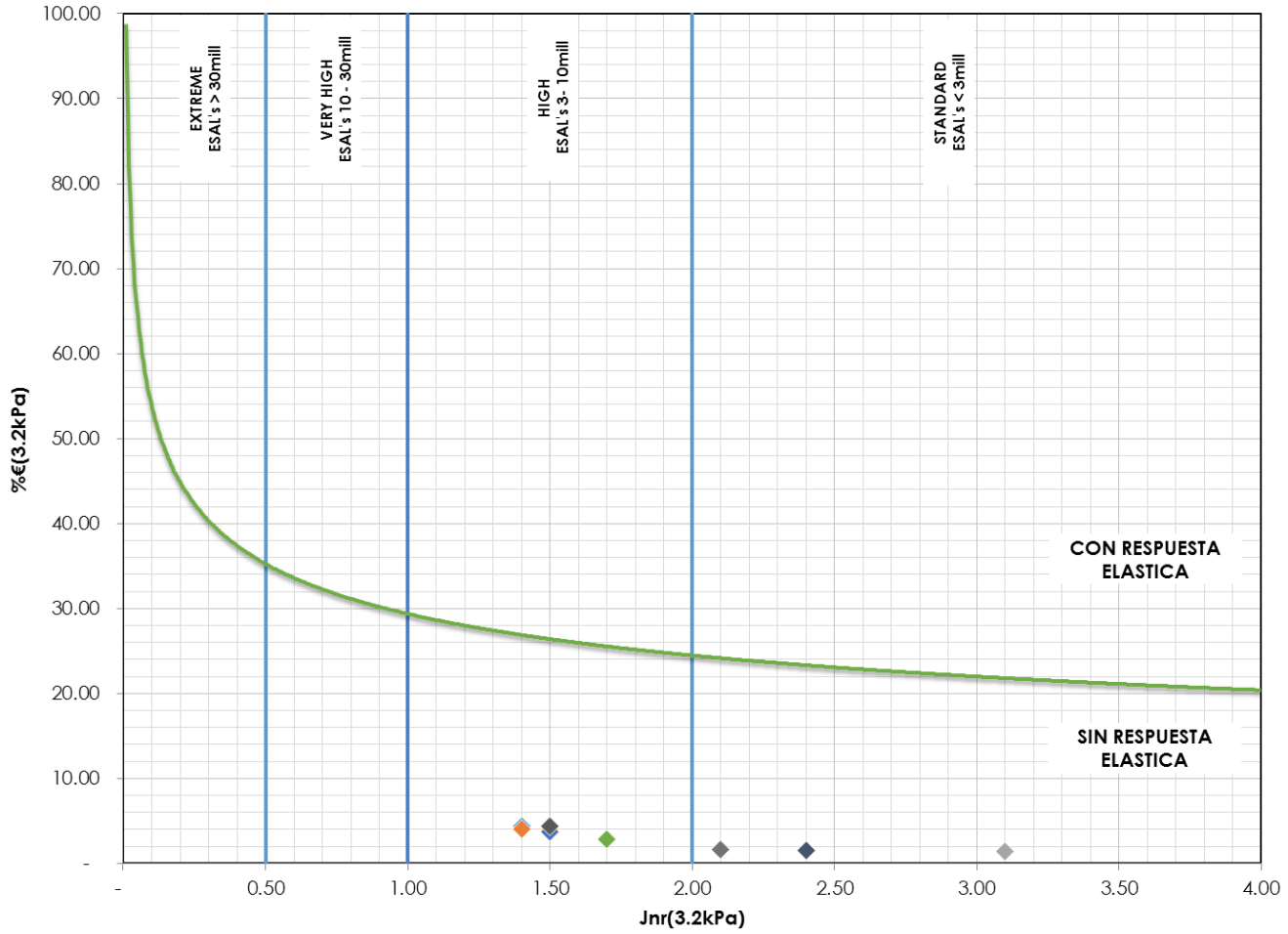


Se analizaron los resultados de 110 muestras de ligantes asfálticos:

- 45 muestras de asfaltos convencionales
- 65 muestras de asfaltos modificados

Todos los asfaltos convencionales son clasificados por viscosidad como AC30, según ASTM D3381. La mayoría de asfaltos modificados son clasificados por viscosidad como Tipo ID según ASTM D5976. Uno de ellos se clasifica por desempeño, y 4 son muestras de laboratorio probando nuevas tecnologías.

MSCR Asfaltos Convencionales



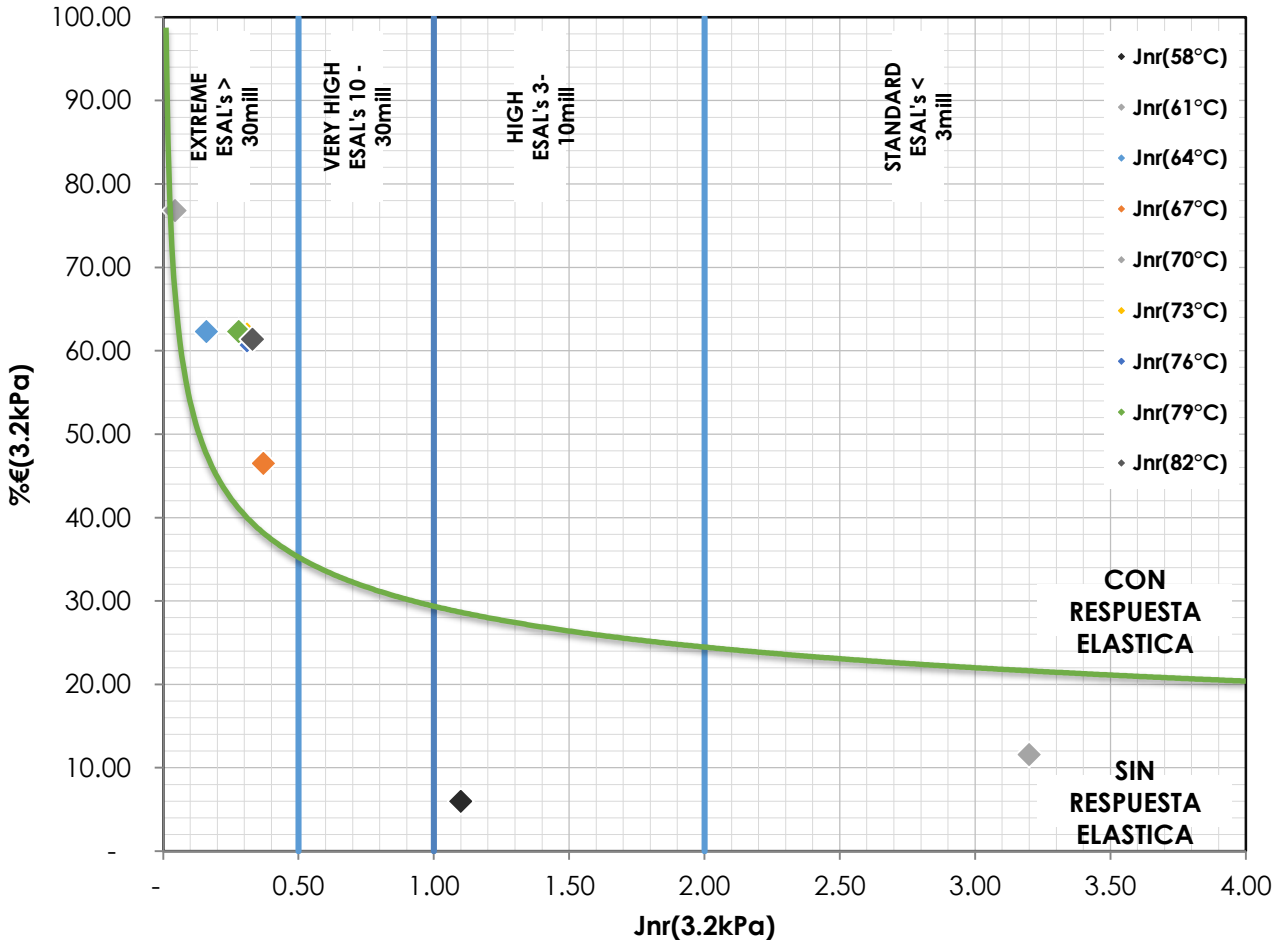
Individualmente, todas las muestras se clasifican como PG64, por lo que fueron evaluadas a esa temperatura.

De las 45 muestras evaluadas, 34 clasifican como High (H) y 11 como Estándar (S). A continuación se presentan los promedios de los 6 parámetros medidos:

Recuperación Elástica 0.1 kPa	= 8.61 %
Recuperación Elástica 3.2 kPa	= 3.56 %
Diferencia de Recuperación Elástica	= 59.98 %
Deformación No – Recuperable 0.1 kPa	= 1.60 kPa^{-1}
Deformación No – Recuperable 3.2 kPa	= 1.80 kPa^{-1}
Diferencia Deformación No Recuperable	= 13.38 %

3° CONGRESO SALVADOREÑO DEL ASFALTO
EL SALVADOR RUEDA SOBRE ASFALTO

MSCR Asfaltos Modificados



Individualmente, las muestras se clasifican entre PG76 y PG82, y se evaluaron a temperaturas que oscilan entre 64°C, 70°C, 76°C y 82°C.

De las 65 muestras evaluadas, 40 clasifican como Extremo (E), 5 como Muy Alto (V), 13 clasifican como High (H) y 7 como Estándar (S). A continuación se presentan los promedios de los 6 parámetros medidos:

Recuperación Elástica 0.1 kPa	= 71.18 %
Recuperación Elástica 3.2 kPa	= 61.50 %
Diferencia de Recuperación Elástica	= 16.18 %
Deformación No – Recuperable 0.1 kPa	= 0.43 kPa^{-1}
Deformación No – Recuperable 3.2 kPa	= 0.63 kPa^{-1}
Diferencia Deformación No Recuperable	= 45.89 %

Susceptibilidad Viscosidad - Temperatura

PARÁMETROS A-VTS

El asfalto es un material viscoelástico y termoplástico, por lo cual no tiene un valor de viscosidad fijo, sino dependiente de la temperatura y de los esfuerzos.

Los parámetros A –VTS obtenidos por la normativa de ensayo AASHTO se encuentra por regresión lineal en un grafico log- log de viscosidad (cP) y log de la temperatura (°R).

El parámetro A es el intercepto de la regresión, y el VTS es la pendiente de la línea. Dado que la viscosidad se reduce con la temperatura, la pendiente siempre será negativa.

$$\eta = \frac{G^*}{10}\left(\frac{1}{\sin\delta}\right)^{4.8628}$$

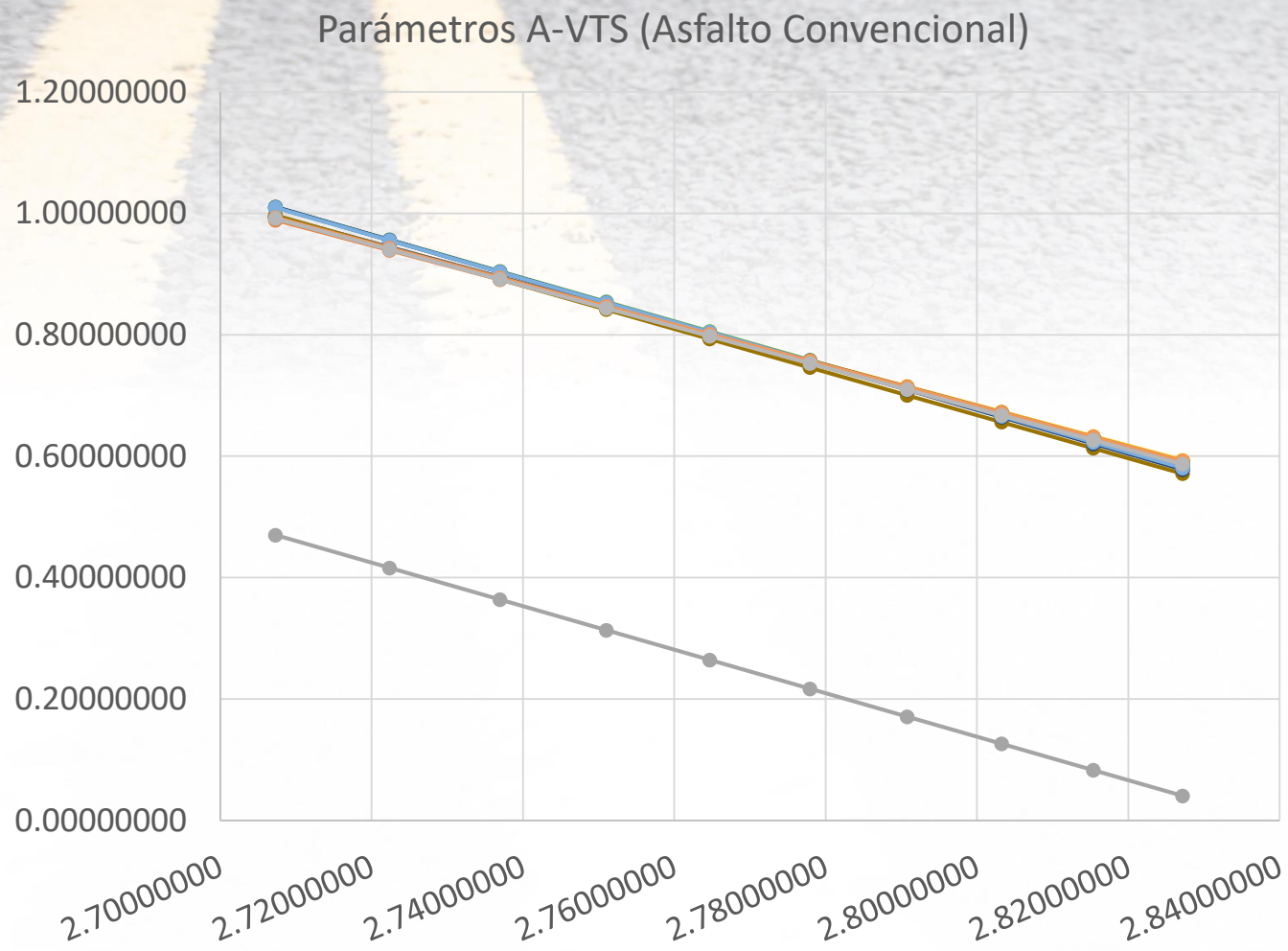
$$\log\log\eta = A + VTS\log T_R$$

G*= Módulo Complejo del ligante, Pa
η= Viscosity, cP
δ= Angulo de fase, °
T_R= Temperatura en Rankine a la cual se estimó la viscosidad
A, VTS = Parámetros de regresión

Estos parámetros de regresión nos expresan que tan susceptible es un asfalto. Las líneas con interceptos y pendientes mayores denotan una mayor susceptibilidad a la temperatura. Inversamente, interceptos y pendientes menores denotan una menor susceptibilidad a la temperatura.

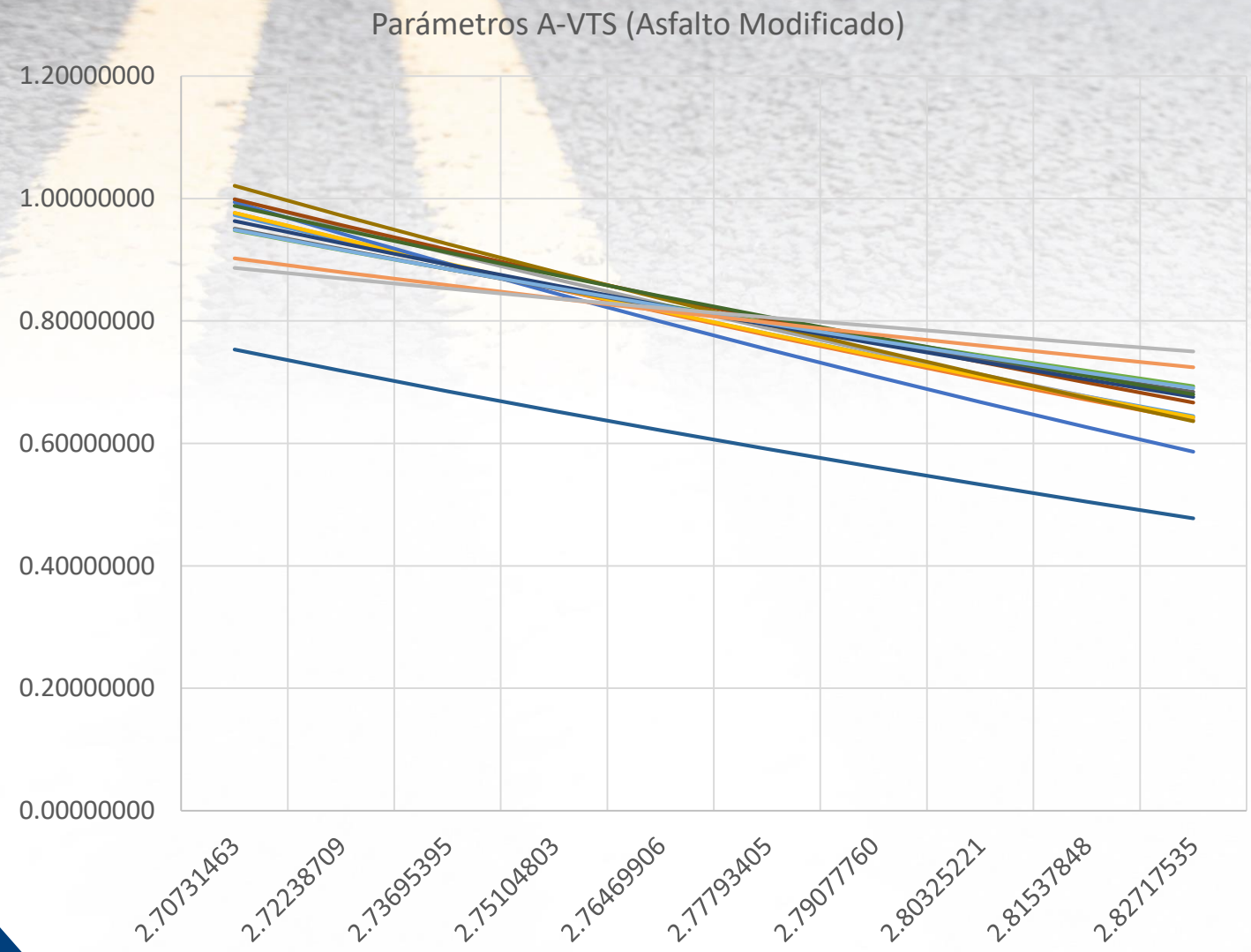
Se escogieron aleatoriamente 15 muestras de asfalto convencional clasificado como AC 30 según ASTM D3381, y 15 muestras de asfalto modificado. El asfalto modificado variaba entre clasificación Tipo ID según ASTM D5976, Clasificación por Desempeño y muestra de laboratorio probando nuevas tecnologías.

A-VTS CONVENCIONALES



N°	A	VTS
1	10.189	-3.396
2	9.942	-3.307
3	10.173	-3.584
4	10.022	-3.335
5	10.210	-3.404
6	10.681	-3.572
7	10.718	-3.586
8	10.132	-3.376
9	10.116	-3.369
10	10.605	-3.549
11	10.770	-3.605
12	10.079	-3.356
13	10.699	-3.579
14	10.049	-3.345
15	10.123	-3.373

A-VTS MODIFICADOS



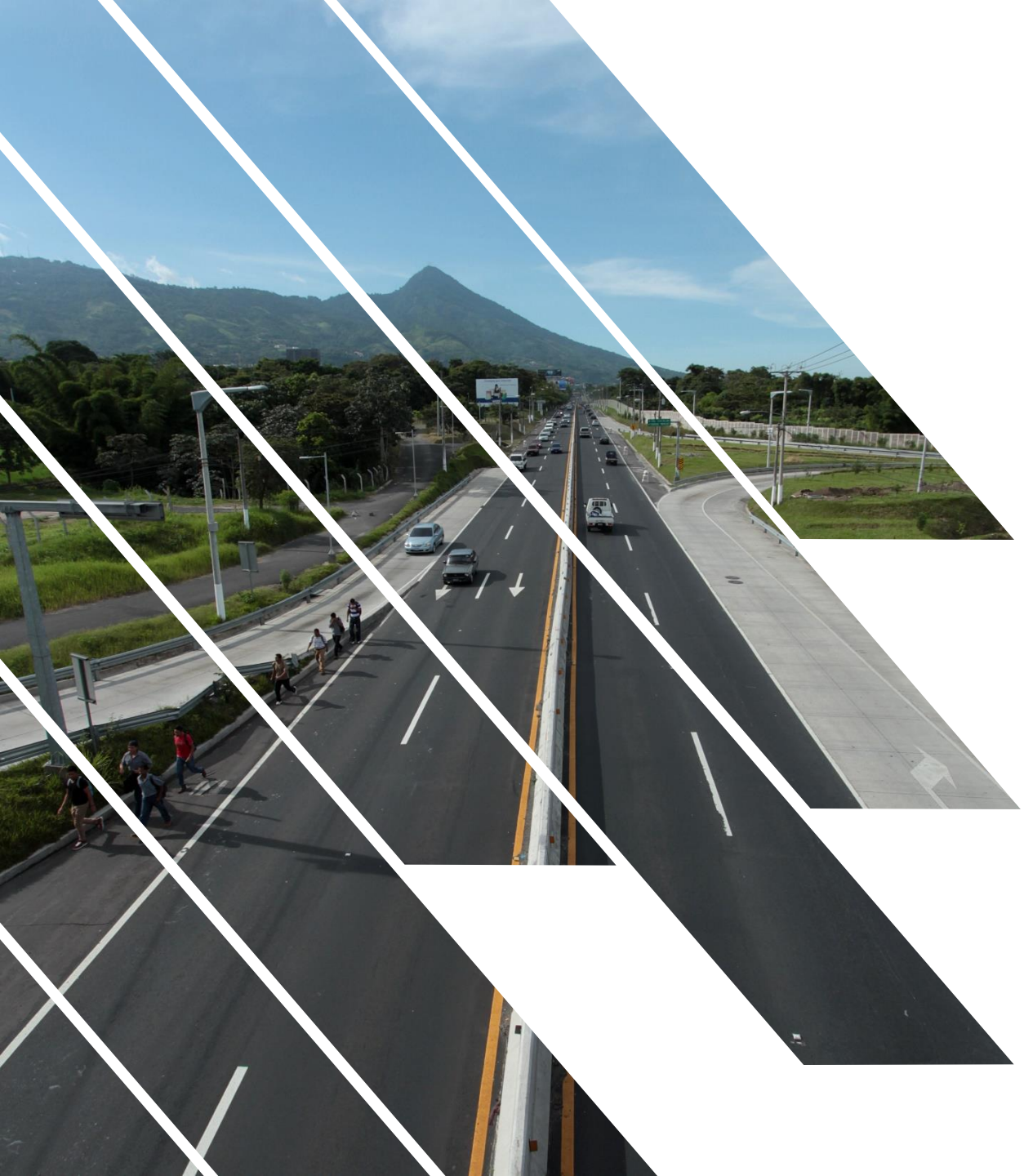
N°	A	VTS
1	8.391	-2.74
2	8.622	-2.824
3	9.075	-2.983
4	8.519	-2.786
5	10.210	-3.404
6	6.690	-2.121
7	6.983	-2.301
8	8.498	-2.770
9	6.972	-2.224
10	9.706	-3.208
11	7.450	-2.396
12	7.946	-2.570
13	6.794	-2.159
14	4.920	-1.484
15	3.973	-1.140

Comentarios

Como se puede apreciar, tanto en el MSCR como en el A-VTS de los asfaltos convencionales, es difícil distinguir entre las 45 muestras, pues los resultados son tan similares que los puntos y las líneas se dibujan unos encima de los otros. Esto quiere decir que los asfaltos convencionales tendrán en general el mismo comportamientos.

El caso de los asfaltos modificados es un poco diferente, pues la formulación de los mismos varía de proyecto a proyecto. No obstante, dado que se tiene que formular para cumplir con una especificación por viscosidad, una buena parte de las 65 muestras forman un "cluster", montándose unas sobre otras.

Conclusiones

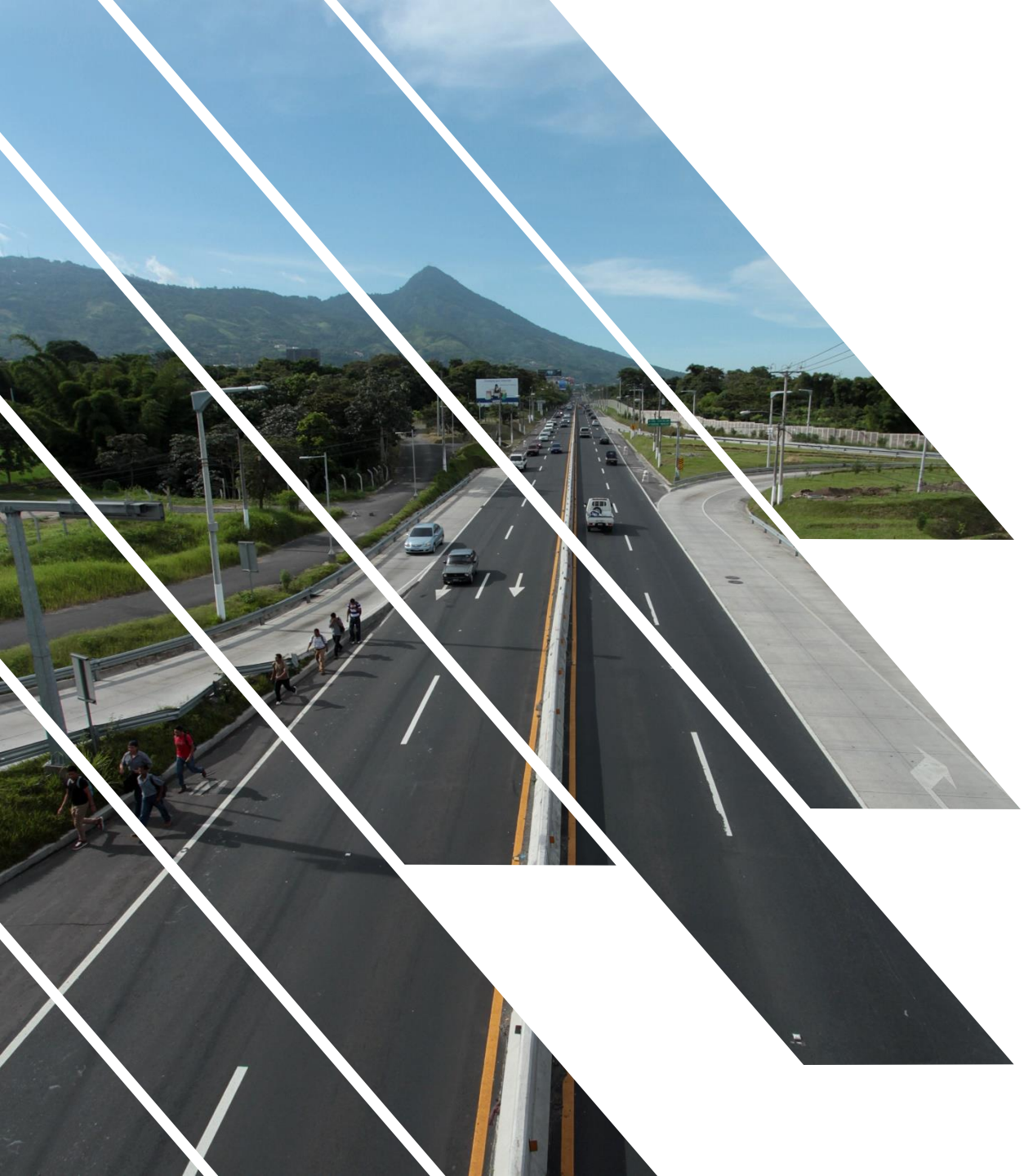


M S C R

01. Todos los asfaltos convencionales en el país son PG64, y ocasionalmente PG70. a dichas temperaturas, los asfaltos tienen muy poca recuperación elástica, y el Jnr los coloca como H y S.

02. Los asfaltos modificados por su parte, varían en su grado de desempeño. Dado que se diseñan para cumplir con un tipo ID, y especialmente un punto de ablandamiento, la mayoría de modificados son muy rígidos y con recuperaciones por encima del 60%.

03. ¿Serán necesarias modificaciones tan altas para la mayoría de proyectos?



A - V T S

01.

Todos los asfaltos convencionales en el país son tienen A que rondan 10.3 a 10.6, y VTS de -3.3 a -3.6. Esto significa que son asfaltos con bastante susceptibilidad a la temperatura.

02.

Los asfaltos modificados tienen A-VTS bastante variables. Desde unos que son similares al de un convencional, hasta algunos con A y VTS muy bajos. Es muy dependiente del diseño de la modificación.

03.

Pudiera pensarse que mientras menor los parámetros A-VTS, mejor. Pero hay que considerar que endurar tanto un asfalto trae otros problemas y otra consecuencias, tales como fatiga prematura de la mezcla y viscosidades tan altas que hacen inmanejable el ligante.

¿PREGUNTAS?

INSTITUTO SALVADOREÑO DEL ASFALTO

www.isa.com.sv

2209 2511

info@isa.com.sv