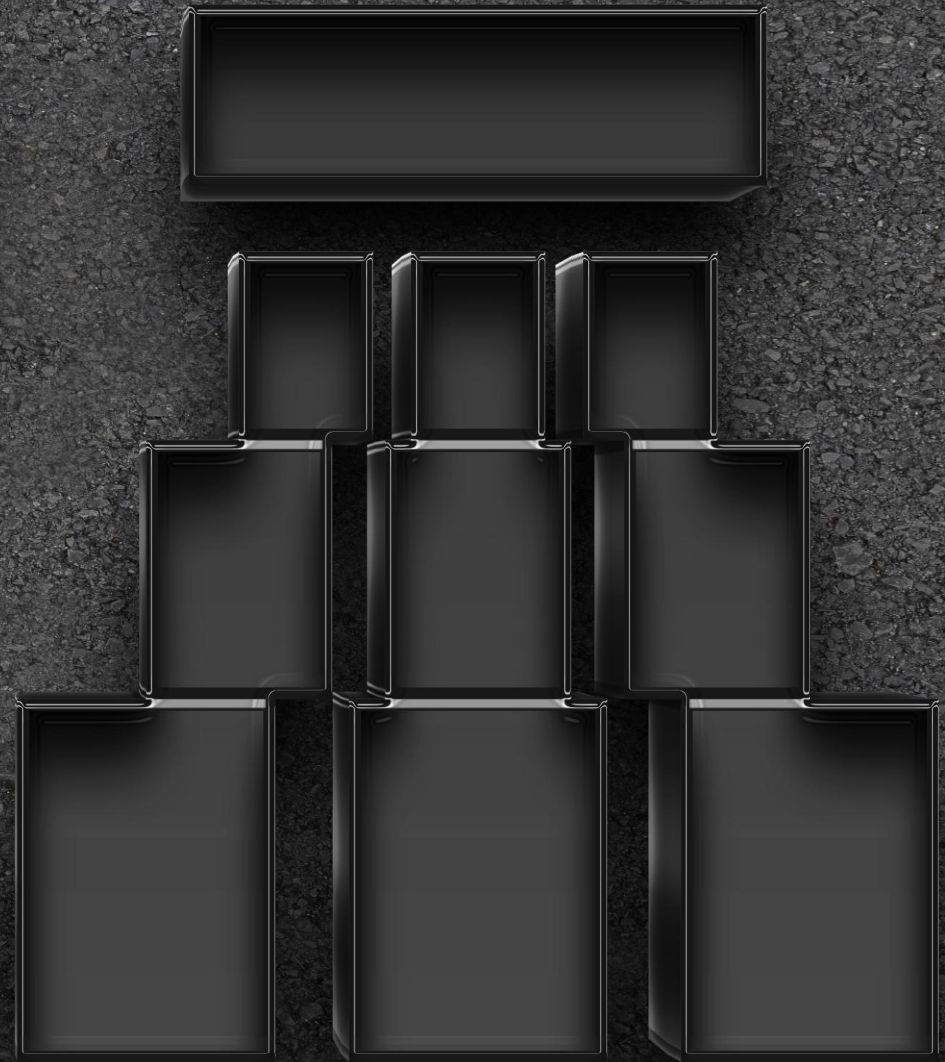




XIII Congreso Mexicano del Asfalto. 20, 21 y 22 de agosto de 2025, Cancún, Quintana Roo, México

Tema:

**EFFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO
EN EL ENVEJECIMIENTO A LARGO
PLAZO EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA
DE ALTO DESEMPEÑO**



Ing. Jordi Aparicio Guirao
japaricio@rubau.com

CEVITER ▲

 **RUBAU**
México

CALIDRA
SIEMPRE AHÍ

Tema: EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL ENVEJECIMIENTO A LARGO PLAZO EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA DE ALTO DESEMPEÑO

Ing. Jordi Aparicio
Guirao

xx de agosto 2025

CEVITER ▲



CALIDRA
SIEMPRE AHÍ

EFECTO DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO EN EL ENVEJECIMIENTO A LARGO PLAZO EN UNA MEZCLA ASFÁLTICA DE ALTO DESEMPEÑO

Ing. Jordi Aparicio



XIII Congreso Mexicano del Asfalto. 20, 21y 22 de agosto de 2025, Cancún, Quintana Roo, México

CONTENIDOS



01

INTRODUCCIÓN



02

VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS
MATERIALES



03

PROPUESTAS GRANULOMÉTRICAS Y PROPIEDADES
VOLUMÉTRICAS DE LA MEZCLA



04

FABRICACIÓN DE ESPECÍMENES Y ENSAYOS DE
DESEMPEÑO



05

CONCLUSIONES



Asociación Mexicana
del Asfalto, A.C.

@AMAACmx

<http://www.amaac.org.mx>



INTRODUCCIÓN

🍷 El hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en las mezclas asfálticas

- Es un filler activo
- Neutraliza los finos arcillosos y mejorar la adherencia pétreo-agregado.
- Incrementa valores de Módulo
- Mejora resistencia a la deformación
- Reduce efecto de envejecimiento
- Dosificación entre 1 – 2.5%



INTRODUCCIÓN

● Incorporación en la mezcla asfáltica

Plantas continuas y discontinuas

- Marinado
- Vía seca directo al tambor
- Vía seca con agregado húmedo
- Slurry



Verificación de la calidad de los materiales

Verificación de la calidad del cemento asfáltico

El cemento asfáltico utilizado corresponde a un PG 76V-22 modificado con polímero tipo I.

Ensayo	Normativa	Resultado	Requerimiento
Condición Original			
Punto de inflamación	MMP-4-05-007	PI = 282°C	230 °C mín.
Viscosidad rotacional	MMP-4-05-005	$\delta = 2.927$ Pa.s	3 Pa.s máx
Penetración	MMP-4-05-006	47 dmm	40-90
Penetración	MMP-4-05-006	-	NA
Punto de reblandecimiento	MMP-4-05-009	68.5	55°C mínimo
Separación anillo y esfera	MMP-4-05-022	2	2°C máx
Recup. elástica por torsión	MMP-4-05-024	Recup = 63.9%	45% mín.
Corte dinámico en Reómetro de Corte (DSR)	MMP-4-05-025	G*/Sen = 2.601kPa	1 kPa mín
Después de envejecimiento en Horno Rotatorio de Película Delgada (RTFO)			
Pérdida por calentamiento	MMP-4-05-027	CM = -0.293%	± 1.0 % máximo
Recup elastica ductilómetro	MMP-4-05-026	0.812	75% mínimo
Corte dinámico en Reómetro de Corte (DSR)	MMP-4-05-025	G*/Sen = 5.161 kPa	2.2 kPa mínimo
JNR a 3.2 kPa en MSCR	MMP-4-05-055	JNR3.2 = 0.662 kPa-1	1 máximo
JNR a 0.1 kPa en MSCR	MMP-4-05-055	JNR0.1= 0.475 kPa-1	NA
JNRdiff	MMP-4-05-055	Jnr diff = 39.37 %	NA
Respuesta elástica en MSCR	MMP-4-05-055	RE0.1 = 70.23 %	NA
Respuesta elástica en MSCR	MMP-4-05-055	RE3.2 = 48.66 %	30 mínimo
REdif (%)	MMP-4-05-055	Rdiff = 30.71 %	NA
Después de Envejecimiento a Presión (PAV)			
Envejecimiento en PAV	ASTM D6521-13	G*(sen)= 964.7 kPa	5000 kPa máximo
Corte dinámico en Reómetro de Corte (DSR)	MMP-4-05-025	S = 74.8	300 MPa máximo
Rigidez a flexión en Reómetro de Viga a Flexión (BBR)	MMP-4-05-029	m = 0.336	0.300 mínimo



Verificación de la calidad de los materiales

Verificación de la calidad de los agregados

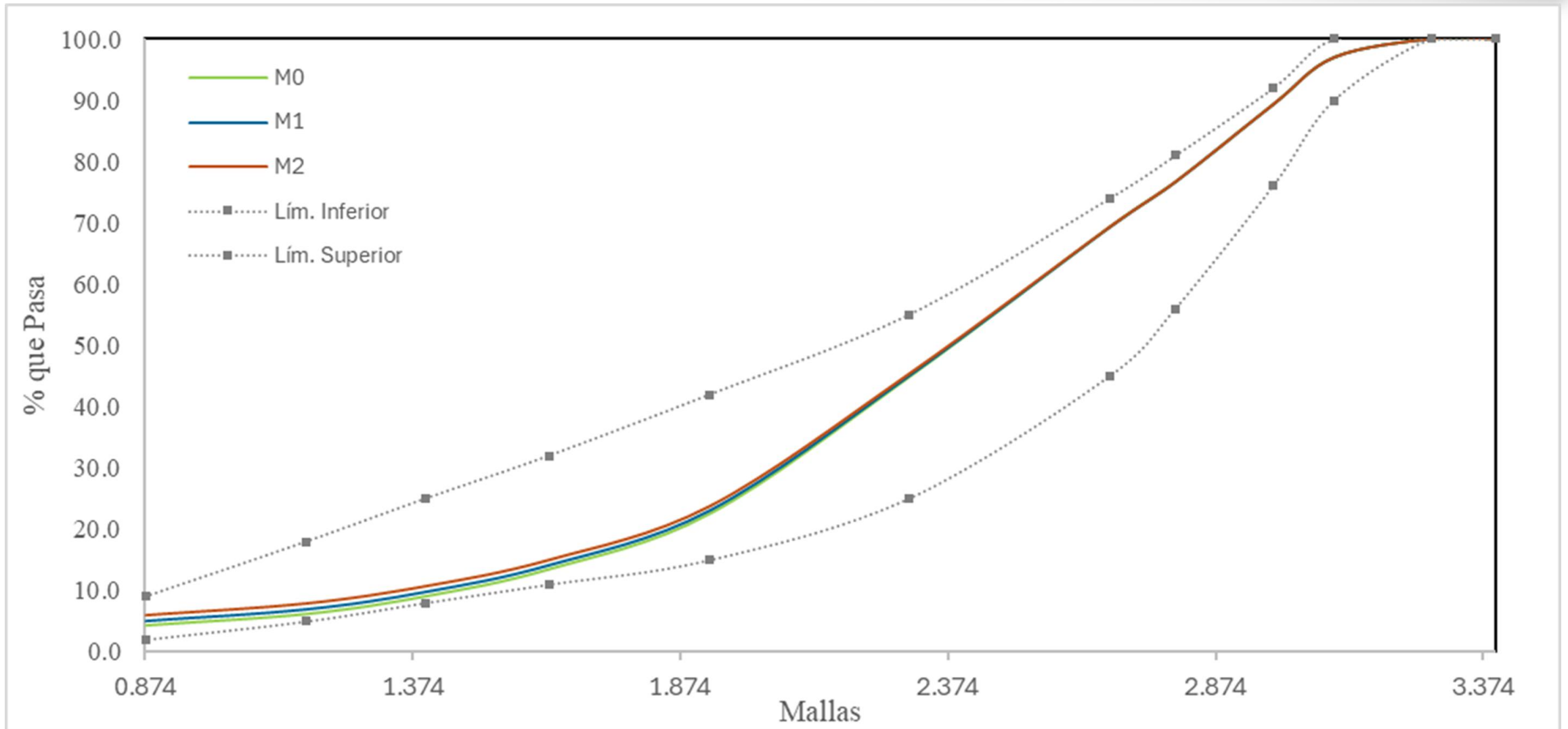
Los materiales pétreos utilizados para el estudio es grava de ½" y arena producto de trituración

Propiedad física	Normativa	Resultado	Requerimiento
Equivalente de Arena %	MMP.4.04.004	74	55 min.
Azul de metileno mg/g	MMP.4.04.014	10	12 máx.
Abrasión de Los Angeles, %	MMP.4.04.006	12.1	30 máx.
MicroDeval, %	AASHTOTP58	11.6	15 máx.
Intemperismo Acelerado	MMP.4.04.008	3	15 máx.
Densidad del Grueso	MMP.04.003	2.601	2.4 min
Densidad del fino	MMP4.04.003	2.641	2.4 min
Absorción del Grueso%	MMP.4.04.003	2.1	reportar
Absorción del Fino%	MMP.4.04.003	2.1	reportar
Partículas aplanadas + alargadas, %	MMP.4.04.005	25.5	35 máx.
Angularidad del agregado fino, %	AASHTO T.304	45	45 min.
1 o más caras fracturadas, %	MMP.4.04.013	100	100 min.
2 caras fracturada, %	MMP.4.04.013	100	90 min.
Desprendimiento por fricción, %	MMP.4.04.009	81	20 máx.

Propuestas granulométricas

Malla	Abertura mm	Porcentaje que pasa			Puntos de control	
		M0	M1	M2	inferior	superior
2"	50.80	100.0	100.0	100.0	100	100
1 1/2	37.50	100.0	100.0	100.0	100	100
1"	25.00	100.0	100.0	100.0	100	100
3/4"	19.00	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	12.50	97.0	97.0	97.0	90	100
3/8"	9.60	89.3	89.3	89.3	76	92
1/4"	6.30	76.7	76.7	76.7	56	81
No. 4	4.75	69.3	69.3	69.3	45	74
No. 10	2.00	44.8	45.0	45.3	25	55
No. 20	0.85	22.5	23.1	23.7	15	42
No. 40	0.43	13.4	14.2	15.0	11	32
No. 60	0.25	9.0	9.8	10.7	8	25
No. 100	0.15	6.1	7.0	7.9	5	18
No. 200	0.075	4.2	5.1	5.9	2	9

Propuestas granulométricas



Propiedades Volumétricas

Mezcla	Pb	Gmb	Gmm	Vacíos (%)	VAM	VFA	Dp
M0	6.16	2.365	2.464	4.0	16.6	74.8	0.69
M1	5.81	2.373	2.472	4.0	16.2	73.1	0.88
M2	5.69	2.364	2.463	4.0	15.9	72.6	1.04

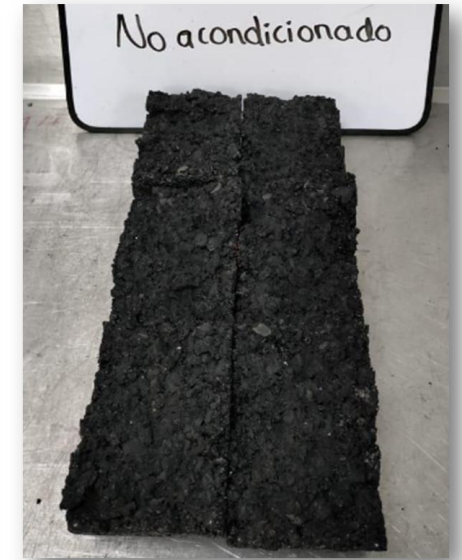
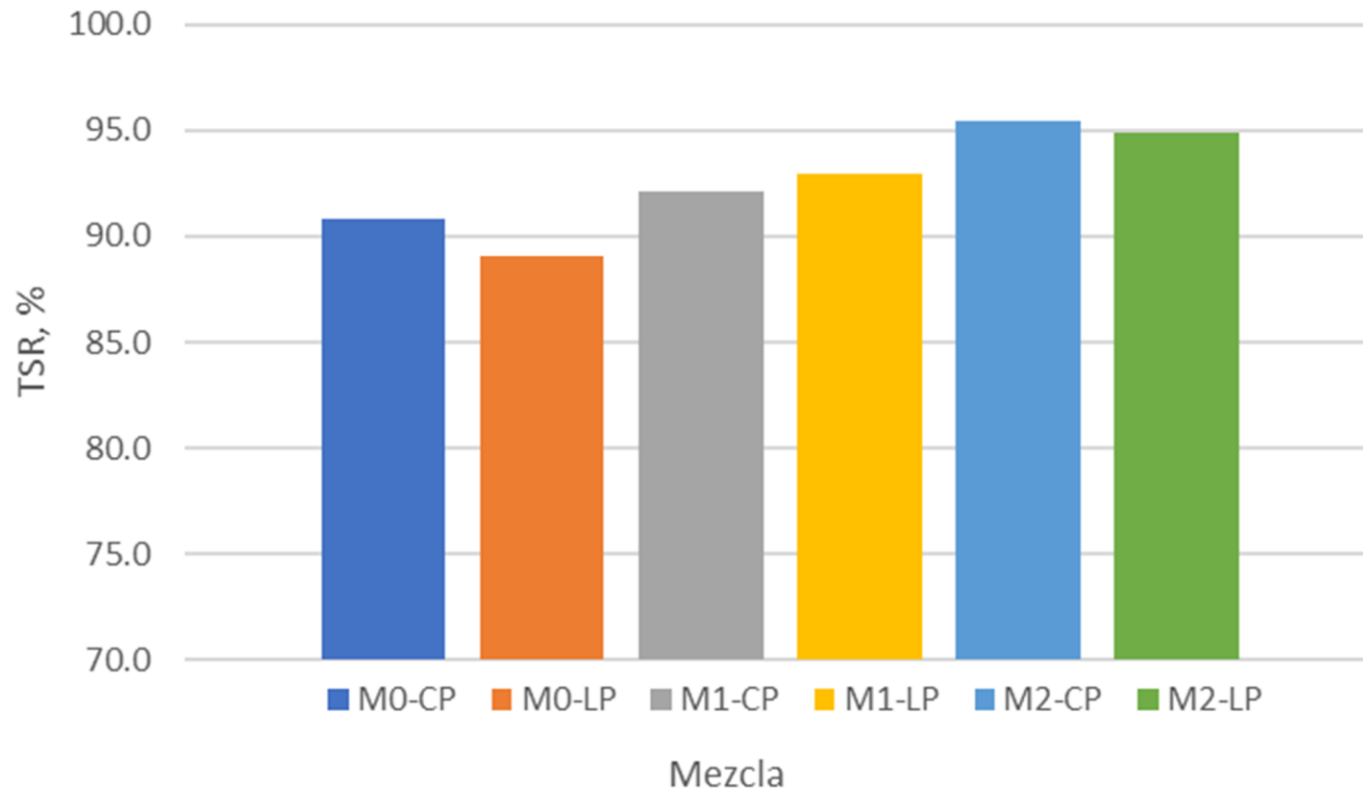
Fabricación de especímenes y acondicionamiento

Envejecimiento

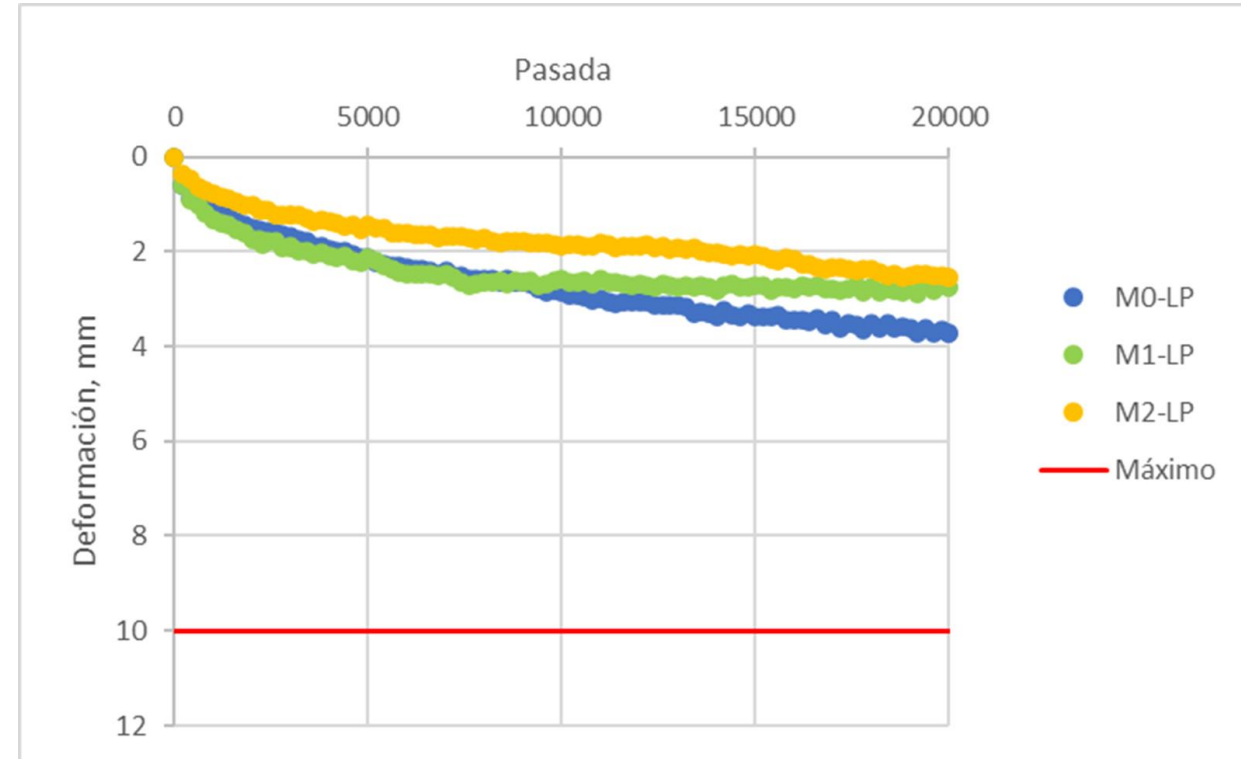
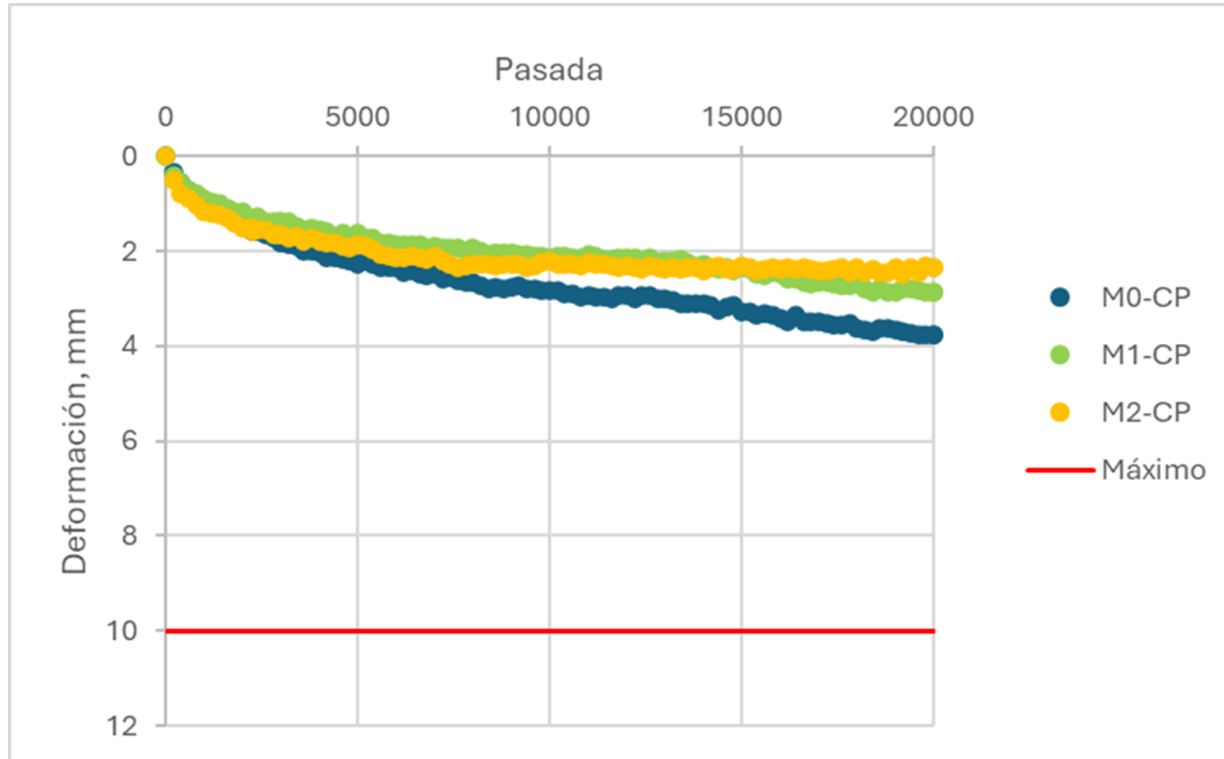
- Corto Plazo = 2 h temperatura de compactación
- Largo plazo = 5 días a 85°C



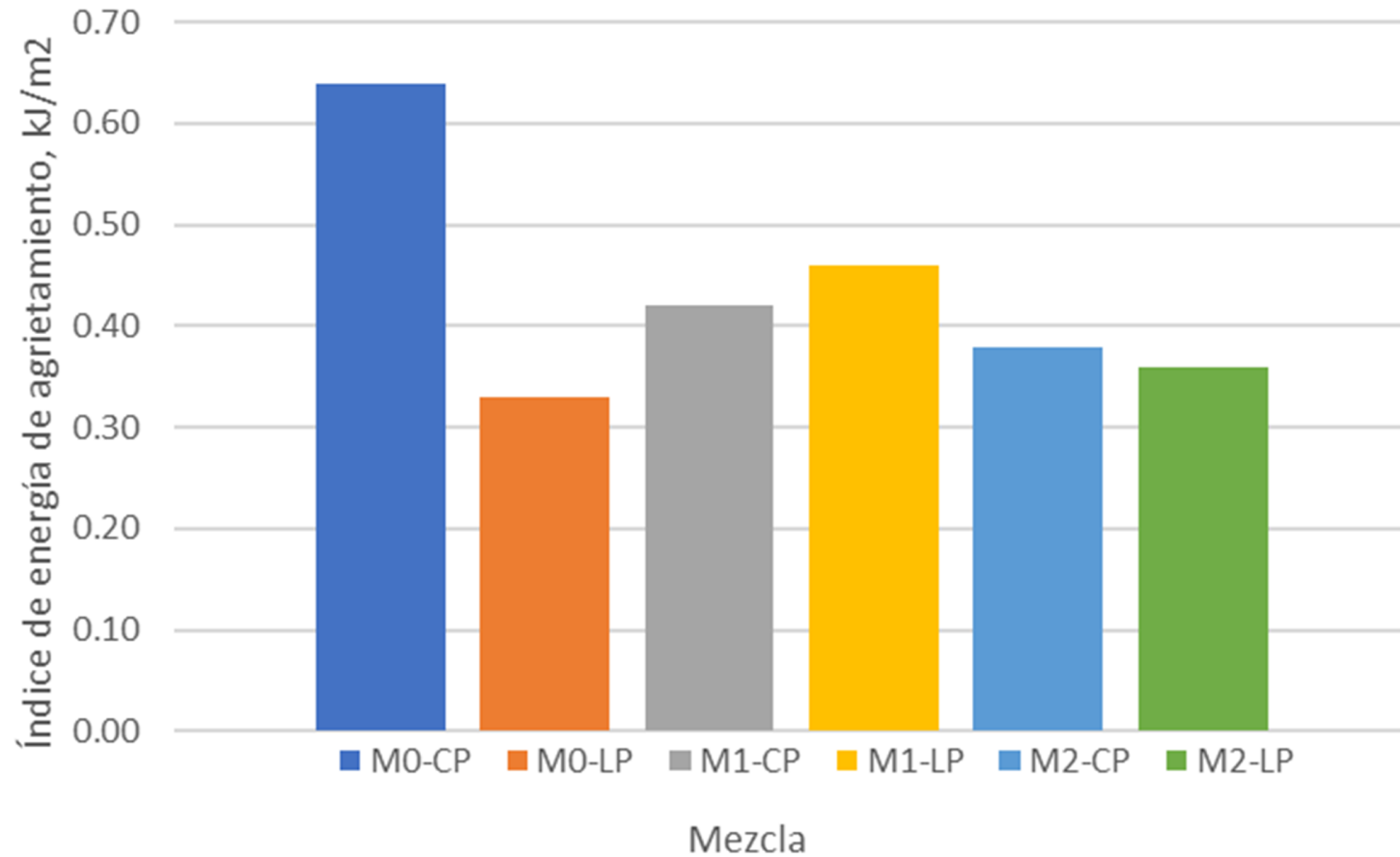
Ensayos de desempeño - TSR



Ensayos de desempeño - RCH



Ensayos de desempeño – Agrietamiento I-FIT



CONCLUSIONES

- La adición de Hidróxido de Calcio genera en la mezcla asfáltica una rigidización inicial lo que con lleva a obtener mejores valores de Rueda Cargada de Hamburgo, pero a su vez esta rigidización genera una reducción en la resistencia al agrietamiento.
- También se observó que la presencia del Hidróxido de Calcio protege a la mezcla asfáltica de los efectos del envejecimiento a largo plazo, manteniendo prácticamente el mismo comportamiento ante la deformación permanente, mejorando ligeramente el comportamiento de la susceptibilidad a la humedad, pero no presento una reducción considerable después de haber recibido el proceso de envejecimiento a largo plazo, lo que si sucedió con la mezcla que no contiene Ca(OH)_2 .
- Se puede concluir que el uso de Hidróxido de Cal es benéfico para la mezcla asfáltica ya que protege ante el envejecimiento a largo plazo.
- Es necesario continuar con la investigación para determinar el efecto del hidróxido de Calcio con variaciones del tipo de cemento asfáltico y con agregados de otra mineralogía

¡ muchas gracias!

Ponente: Ing. Jordi Aparicio Guirao

Contacto: japaricio@rubau.com

