

WEBINAR

MEJORES PRÁCTICAS

EN EL EMPLEO DE SOBRECAPAS DE HORMIGÓN

Desempeño de los primeros proyectos de Whitetopping en Uruguay y actualidad de la técnica

Ing. DAVID FONTÁNS

WEBINAR “MEJORES PRÁCTICAS EN EL EMPLEO DE SOBRECAPAS DE HORMIGÓN”.

DESEMPEÑO DE LOS PRIMEROS PROYECTOS DE WHITETOPPING EN URUGUAY Y ACTUALIDAD DE LA TÉCNICA.



Ing. David Fontáns

GRINOR S.A.
Grupo Saceem

DavidFontans@grinor.com.uy



30 de noviembre de 2023

Antecedentes:

- ❑ Mayo 2000.
 - 1er experiencia en Montevideo.
 - Ejecución de tramo experimental en calle Tajés.
 - Longitud: 50 m
 - Ancho: 3,00 m
 - Macrofibras metálicas.
 - Tramo Urbano:
 - espesor: 5 cm (UTWT)
 - losas: 1,00 m x 1,00 m



Antecedentes:

- ❑ Marzo 2010. Obra previa a obras rurales, en Montevideo.
 - Ejecución y seguimiento de tramo experimental en Av. Mendoza.



- Tramo 1:
 - espesor: 8 cm
 - losas: 1,00 m x 1,00 m

- Longitud: 400 m
- Ancho: 8,00 m
- Macrofibra: 2,5 Kg/m³
- Microfibra: 0,6 Kg/m³



- Tramo 2:
 - espesor: 10 cm
 - losas: 1,33 m x 1,33 m



Antecedentes:

- Av. Mendoza.



2023

Condición adecuada. Pluviales y cambio a perfil urbano.



Antecedentes:

- ❑ Mayo 2011. Ruta 24 (*Guyunusa*)
 - 1er Rehabilitación de una vía rural.
 - Tránsito pesado.



Objetivo:

- ❑ Revisar y evaluar el **desempeño** del recrecio, construido entre los años 2011 y 2013, con una capa delgada de hormigón con fibras sintéticas estructurales, con adherencia a la capa de concreto asfáltico existente.
- ❑ Observar **mejoras** para optimizar aspectos de, diseño y construcción de rehabilitaciones con capas de hormigón adheridas



Metodología:

- ❑ Describiremos los tipos de deterioros y su efecto en el desempeño y en el servicio del pavimento tipo *Bonded Concrete Overlay on Asphalt (BCOA)* de la Ruta 24. En ese marco, nos centraremos en las **tasas de reposición de losas**, así como en la **evolución de la regularidad superficial**.



Antecedentes:

XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

OCTUBRE DE 2012 – CÓRDOBA, ARGENTINA

ÁREA TEMÁTICA 3: PAVIMENTOS

Nº DE ORDEN: 109

NOVEDOSA REPAVIMENTACIÓN EN URUGUAY MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UNA CAPA ADHERIDA DE HORMIGÓN CON FIBRAS SINTÉTICAS ESTRUCTURALES EMPLEANDO TECNOLOGÍA DE ALTO RENDIMIENTO

AUTORES: David Fontáns - Héctor Machin - Darío Miguez - Álvaro González - Daniel Violini -
Mariano Pappalardi
INSTITUCIÓN: Grinor S. A. - Hormigones Artigas S. A. - Cementos Avellaneda S. A.
PAÍS: Uruguay – Argentina

XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

OCTUBRE DE 2012 – CÓRDOBA, ARGENTINA

ÁREA TEMÁTICA 3: PAVIMENTOS

Nº DE ORDEN: 155

EXPERIENCIA EN URUGUAY: PROYECTO DE REHABILITACIÓN CON WHITETOPPING EN RUTA NACIONAL Nº 24

AUTOR: Ing. Magdalena Pastorini
INSTITUCIÓN: Dirección Nacional de Vialidad
PAÍS: Uruguay

Antecedentes:

XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

REHABILITACIÓN DE RUTA 24 EN URUGUAY

APLICACIÓN DE UNA CAPA ADHERIDA DE HORMIGÓN CON FIBRAS SINTÉTICAS ESTRUCTURALES EMPLEANDO TECNOLOGÍA DE ALTO RENDIMIENTO

Portland Cement Concrete Inlay / Overlay Thickness Design

Use of this treatment shall be according to Bureau of Design and Environment Procedure Memorandum 64-08.

There are two options for designing a PCC overlay on a pavement with a full-thickness asphalt (PBA) surface:

Option 1: Full Depth
Specify the underlying PBA thickness and determine the required PCC overlay thickness.

Required Thickness of PCC Inlay / Overlay

Subgrade Requirements

The Bureau of Design and Environment (BDE) is an advisory organization for the State Department of Transportation (SDOT) and the University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC).

Option 2: Full Depth
Specify the PCC overlay thickness and determine the required thickness of underlying PBA.

Required Thickness of Underlying PBA

Discussion

The contents of this presentation are based on the results of a 1997 SDOT study and should be considered as a guide only. The Bureau of Design and Environment (BDE) is an advisory organization for the State Department of Transportation (SDOT) and the University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC). The contents of this presentation are based on the results of a 1997 SDOT study and should be considered as a guide only. The Bureau of Design and Environment (BDE) is an advisory organization for the State Department of Transportation (SDOT) and the University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC).

Córdoba, 25 de octubre 2012

Magdalena Pastorini
David Fontáns
Dario Miguez

Antecedentes:

- ❑ Importante tránsito forestal y granelero.
- ❑ Corredor que conecta con los puertos ubicados sobre las márgenes del Río Uruguay.
- ❑ Vía de acceso producción forestal a las plantas de procesamiento ubicadas en las proximidades de Fray Bentos.



Antecedentes:



**Ruta
Nacional
N° 24
Guyunusa**



**Longitud del tramo 2
(ampliación):**

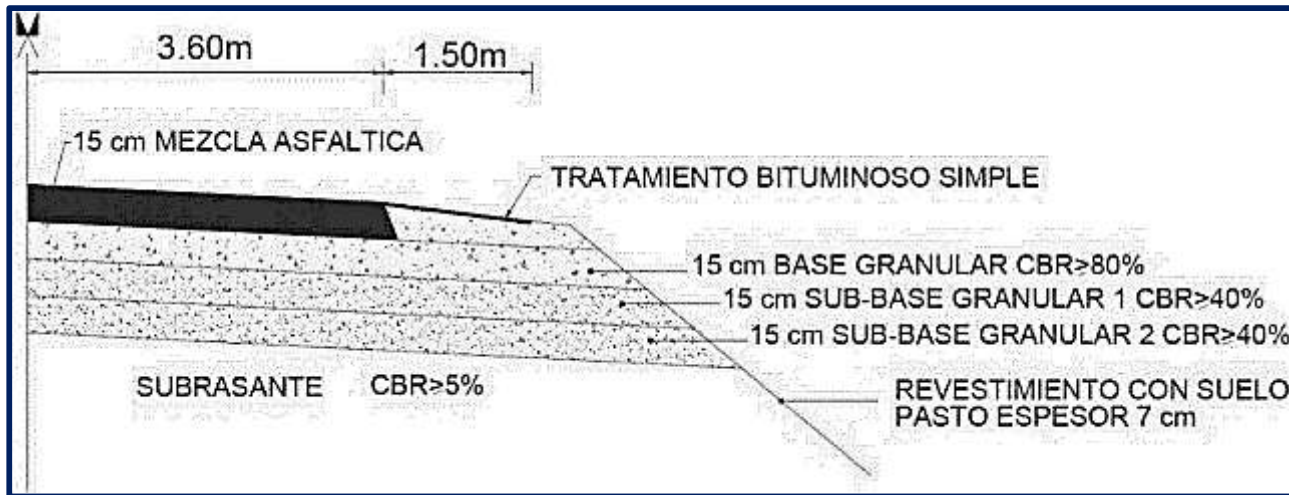
**27,300 km.
(2013)**

**Longitud del tramo 1
(contrato inicial):**

**21,600 km.
(2011)**

Antecedentes:

- ☐ Proyecto año 1998.
- ☐ Ejecución años 1999 y 2000
- ☐ Vida de diseño: 10 años
- ☐ Estructura y geometría
 - 45 cm de bases y sub bases granulares
 - 15 cm de concreto asfáltico



**Pavimentación con concreto asfáltico.
Mayo de 2000.**

Antecedentes:

- ❑ Mantenimiento durante 10 años.
- ❑ Intervenciones mayores consistentes en regularización de deformaciones transversales (fresado de huellas) y bacheos parciales en los últimos años.

16% de superficie bacheada previo a la ejecución del recrecido.



Antecedentes:

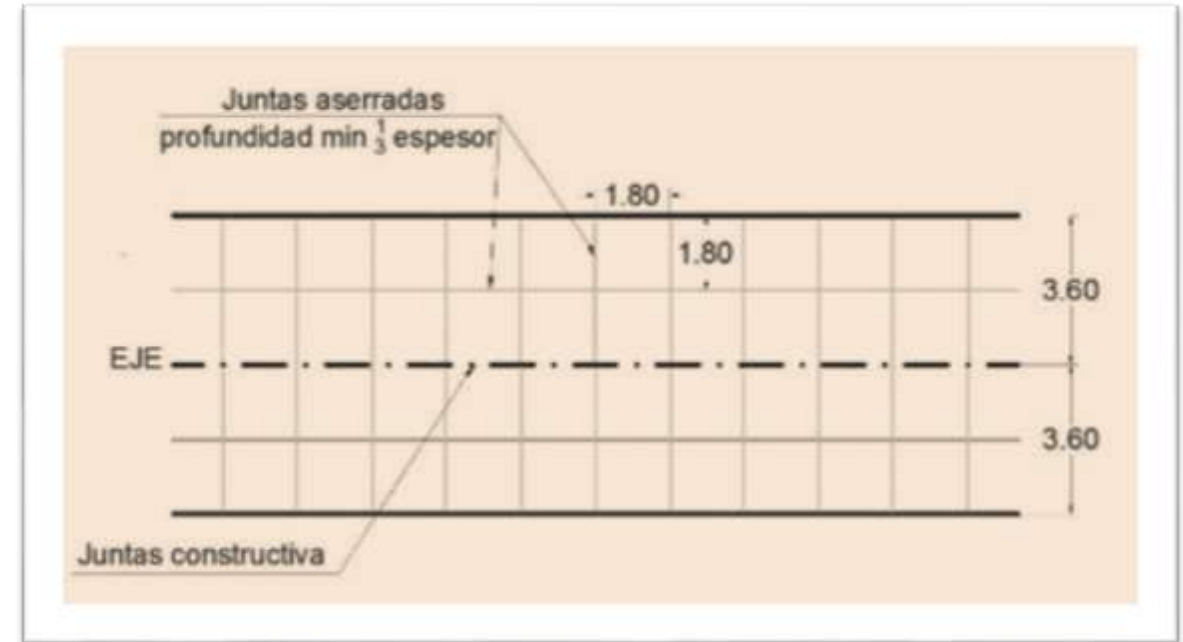
☐ Diseño adoptado.

- Espesor de hormigón

hc=15cm

- Espesor de MA remanente

Eac=12cm (min)



1)	Tránsito (TF)	15.000.000 EE
2)	Resistencia a la flexión del hormigón (MOR)	5MPa
3)	% de la tensión residual, (R150,150)	20%
4)	Separación de juntas transversales (L)	180cm

Antecedentes:

❑ Requisitos de la mezcla.

- Incorporación de fibras en el hormigón.

➤ RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN (MRF)	5 MPa
➤ RESISTENCIA RESIDUAL 150 (TENACIDAD) ASTM C 1609	1 MPa
➤ RESISTENCIA A COMPRESIÓN MEDIA	35 MPa
➤ MACROFIBRAS ESTRUCTURALES DE POLIPROPILENO	2,7 kg/m ³
➤ MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO	0,6 kg/m ³
➤ RÁPIDA HABILITACIÓN:	
▪ MRF	3,8 MPa
▪ Correlación con resistencia a compresión	25 MPa



Pappalardi

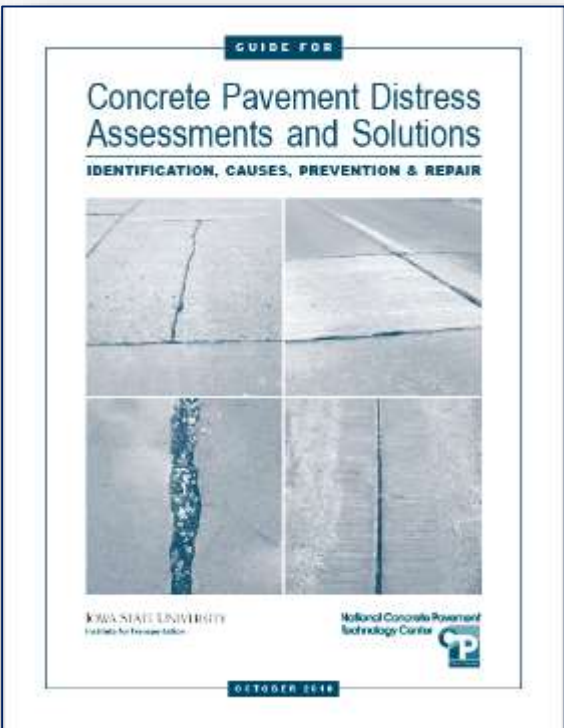
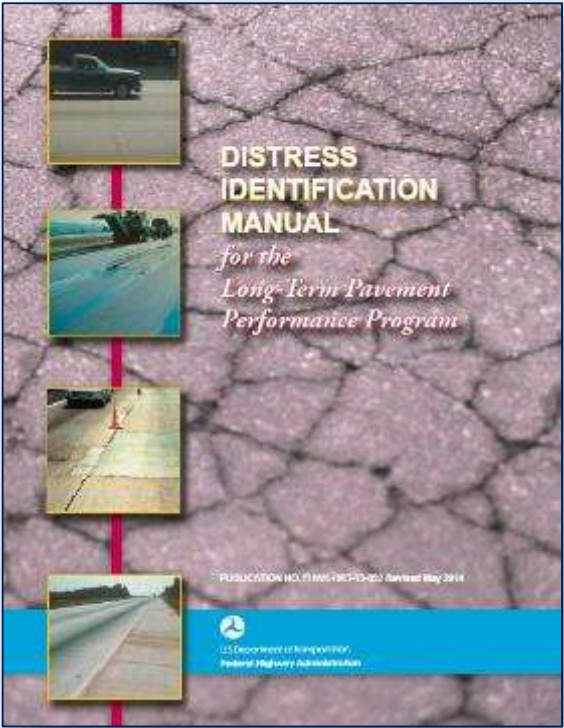


Antecedentes:

- ❑ Ejecución con TAR.



Deterioros:



Niveles de Servicio para Calzada



“Guía para reparar deterioros de pavimentos de hormigón - NCPTC” . Contempla (BCOA).



No contenían aspectos específicos para pavimentos de hormigón adherido (BCOA).

Deterioros:

❑ Aspectos en que difieren sustancialmente, para la evaluación de pavimentos de hormigón convencional en Uruguay (tipo **JPCP**) y los de hormigón adherido con fibras (**BCOA** con HRF).

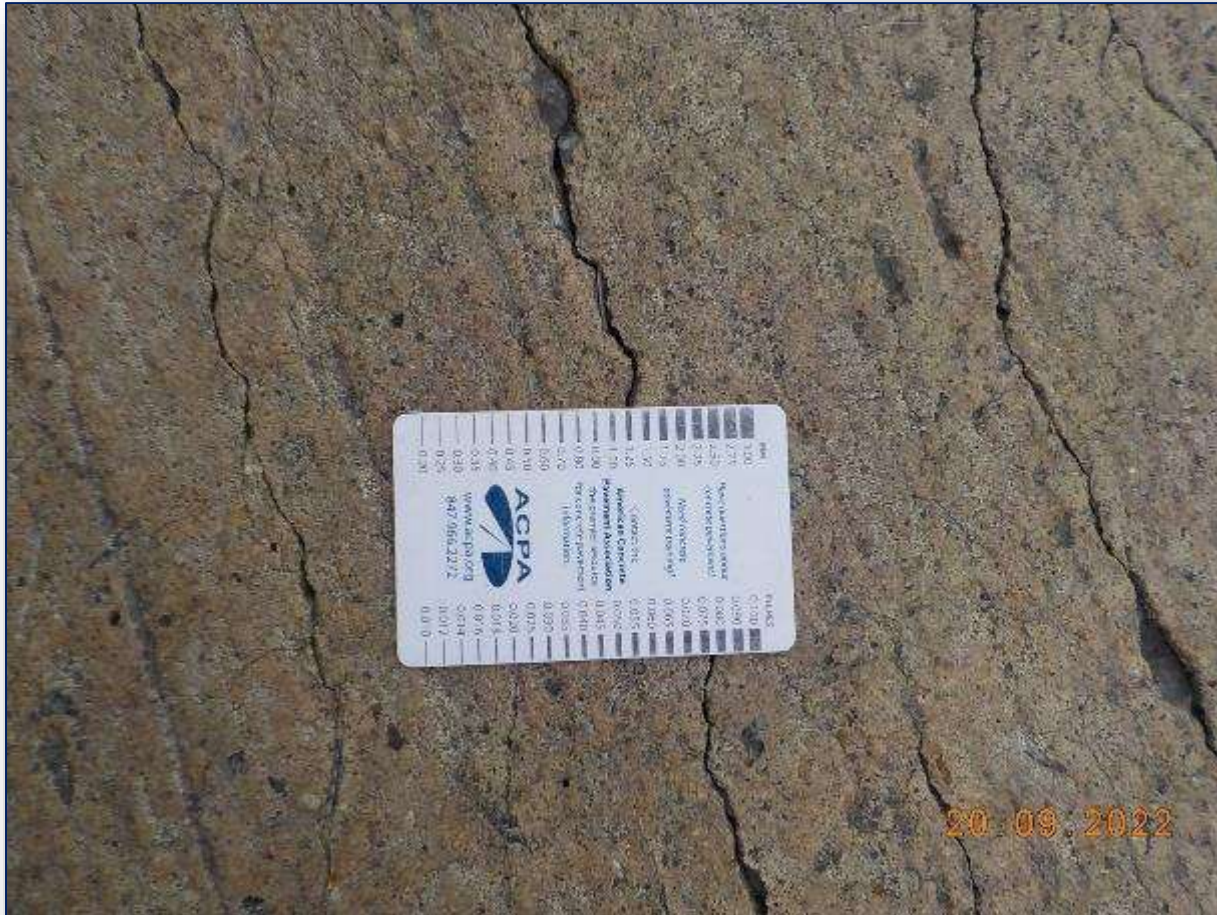
➤ ***Juntas sin estar perfectamente selladas.***

- No corresponde para BCOA (diseño).

➤ ***Fisuras Nivel medio y alto sin estar perfectamente reparadas.***

- 3 mm o 2 mm para pavimento convencional (MTOP).
- **4 mm** (a partir del cual se rellenan las fisuras mediante la inyección de resinas epoxi de alta resistencia)

Deterioros:



Deterioros:

- ☐ Se ha constatado, que cuando las **fisuras superan estas dimensiones**, típicamente las losas presentan un grado de deterioro mayor, que amerita su sustitución.

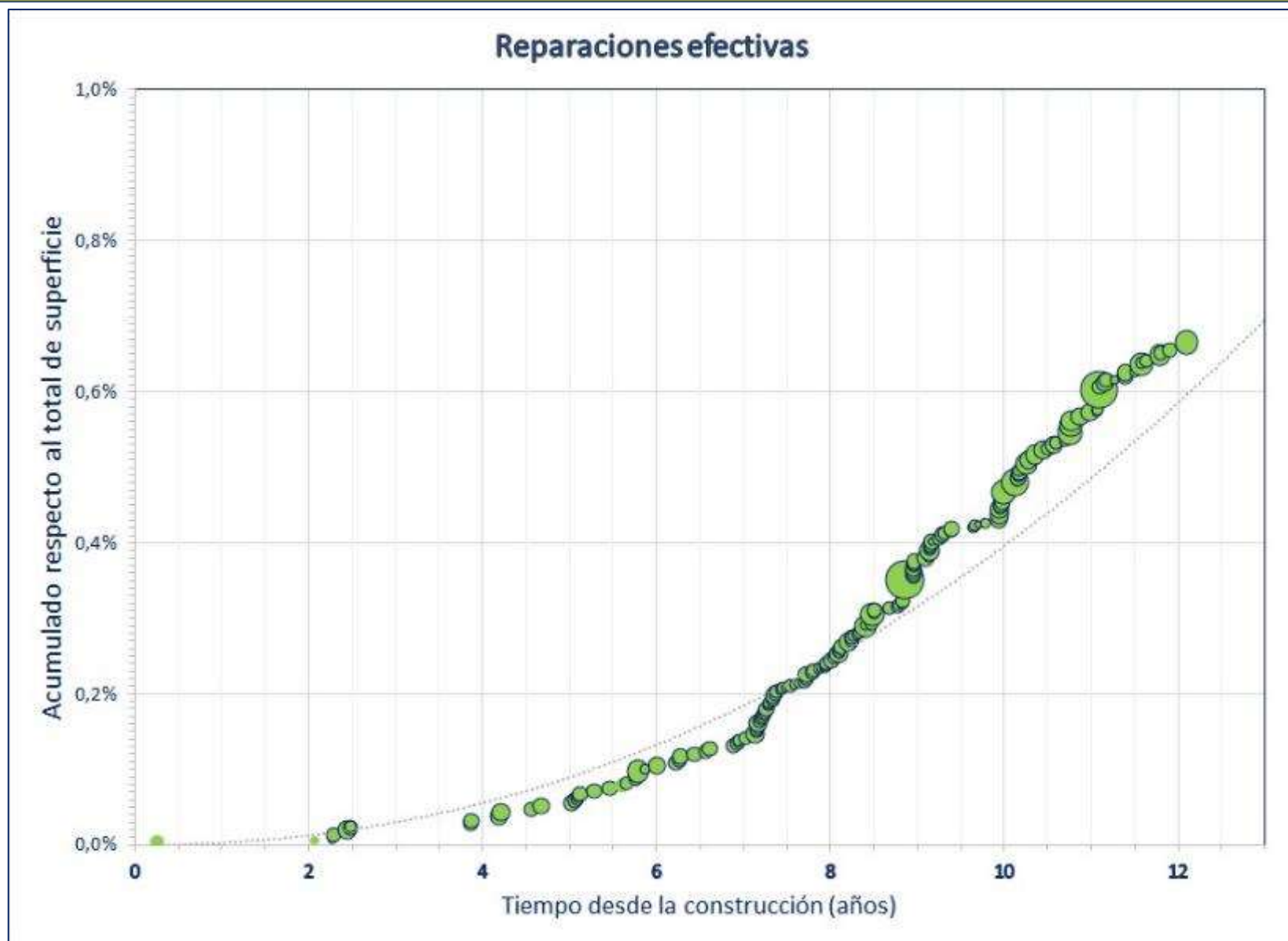
- ☐ Entendido así, el mejor indicador para evaluar el desempeño estructural, es la **reparación efectiva de losas** que se ha llevado a cabo durante estos años, desde la puesta en servicio.



Evaluación de la calzada:

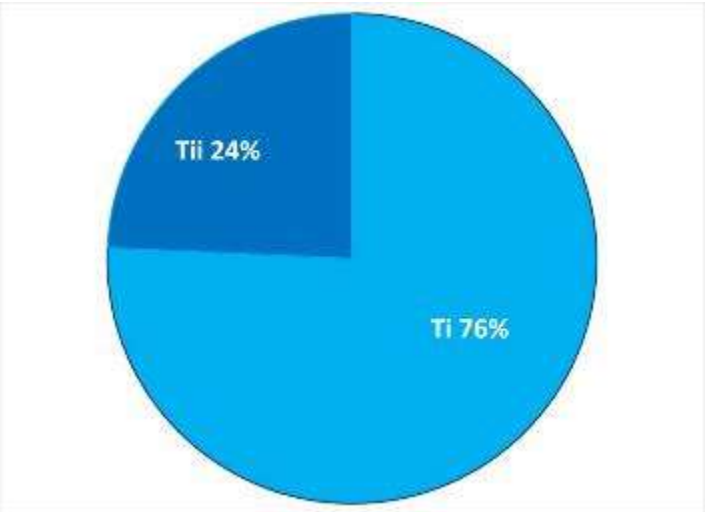
- Por concepto de fisuras severas, consistió en 2337 m², de los 351.144 m² construidos, $\approx 7 \text{ ‰}$.
- A partir del año 7 evoluciona a **1 ‰ anualmente**.

Intervenciones realizadas en los 49 km del proyecto desde el momento de la construcción.

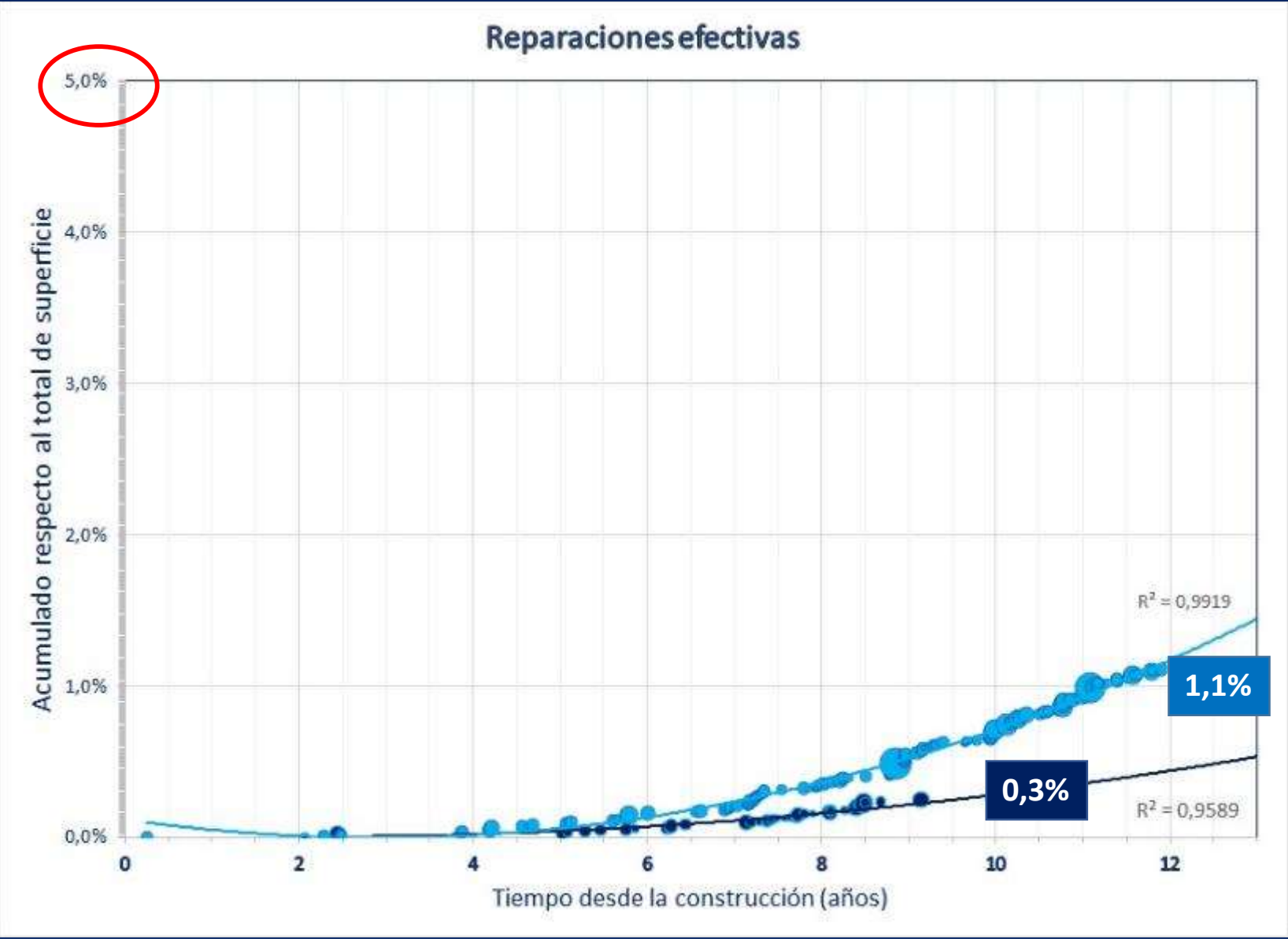


Evaluación de la calzada:

- El Tramo i, (2011) ha tenido 3 veces más intervenciones que el Tramo ii (2013).



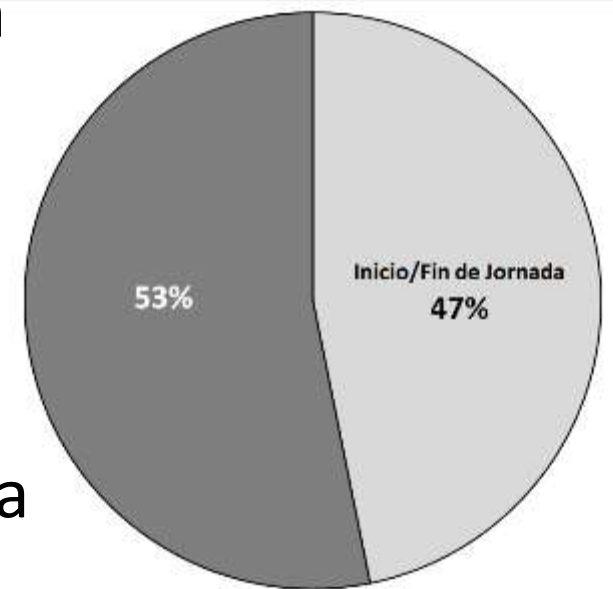
Evolución diferente entre ambas etapas de ejecución del proyecto.



Comentarios:

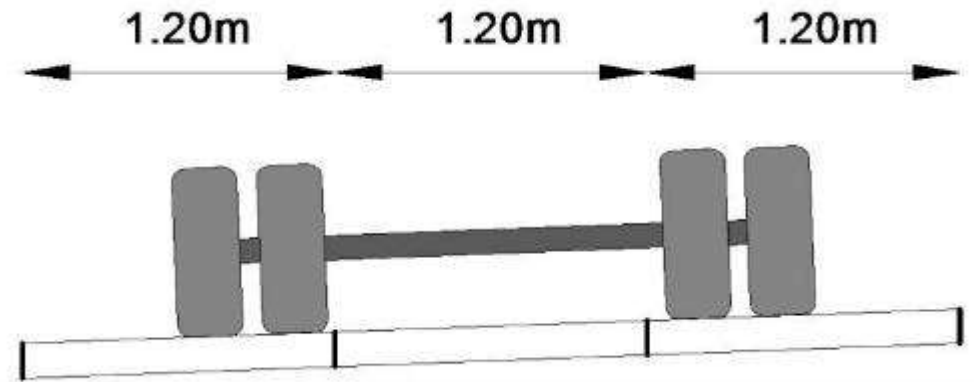
❑ Con 0,7% en la tasa de reposición de losas para la generalidad del proyecto, **se considera que el mismo está alineado con la evolución constatada para este tipo de pavimento.**

❑ Prácticamente la mitad de las patologías que han merecido intervención se han dado en las losas próximas a los inicios o fines de las jornadas.



Comentarios:

☐ No se ha constatado incidencia de ubicación de juntas longitudinales en las trayectorias de las ruedas. Tramo de prueba.



Comentarios:

- ☐ No se constató **pérdida de adherencia** en análisis de testigos.
- ☐ Verificación de pérdida de adherencia **entre las capas de la mezcla asfáltica** preexistente o la degradación de la misma.
- ☐ Verificación de **bajo espesor de MAC** existente en reparaciones prematuras que no tenían que ver con losas próximas a la junta constructiva.



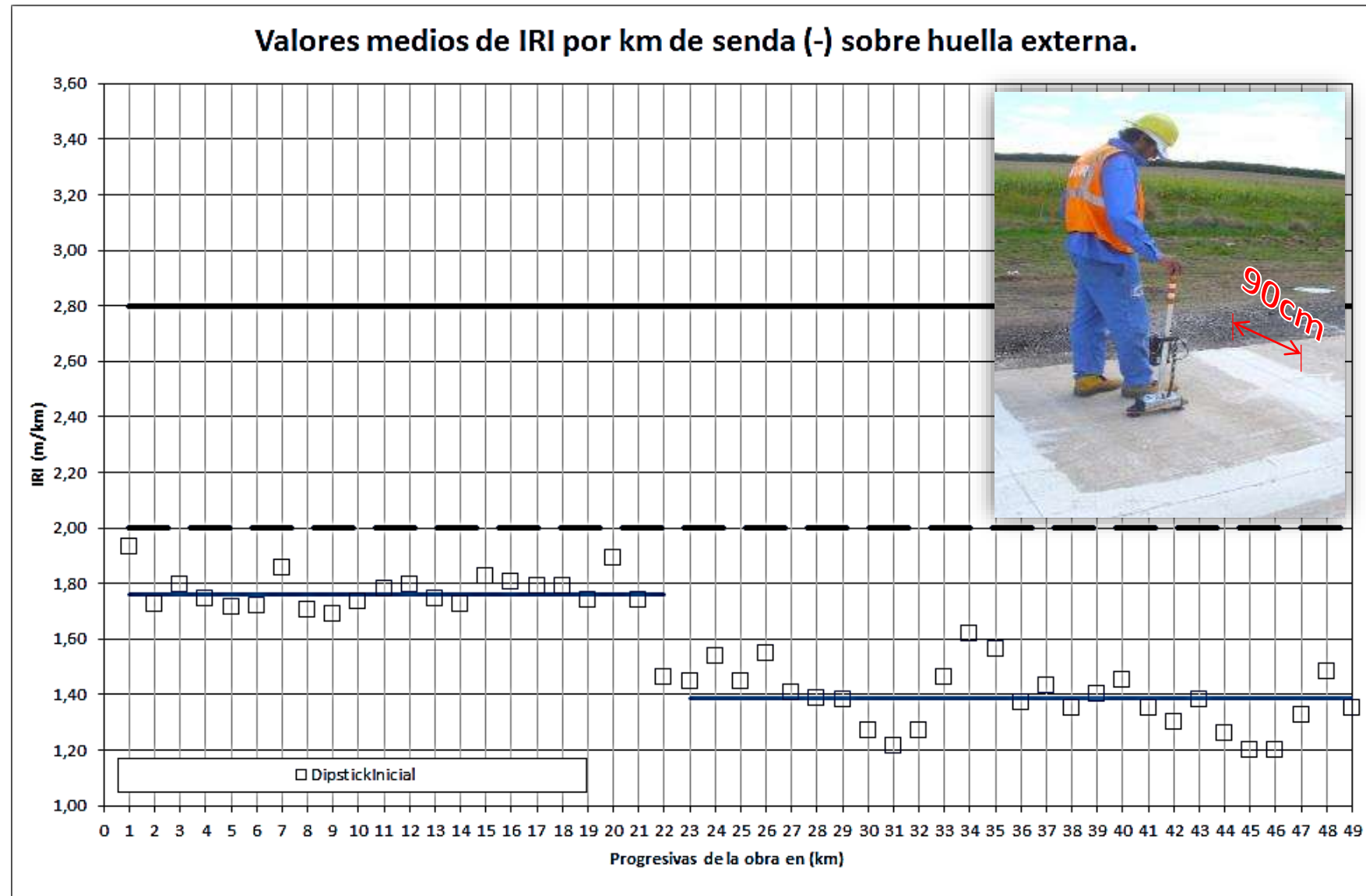
Comentarios:

- ❑ En tanto que 1,1% que es casi lo que ha evolucionado el Tramo i, ejecutado en la primera etapa, aún está alineado con la **evolución esperable**.
- ❑ Diferencias entre ambos tramos:
 - Por un lado, el tráfico desde la construcción hasta 2022, ha consistido en más de **12.000.000 de EE** para el Ti. En tanto que para el Tii, desde la construcción el tráfico ha correspondido a **10.000.000 de EE**. Con lo cual es esperable una diferencia en detrimento del Ti, en el resultado acumulado
 - Diferencias en el proceso constructivo, más **eficiente** en la 2da etapa.
 - Mejores **resultados de regularidad** superficial en la construcción de la segunda etapa.

Regularidad superficial:

- Valores medios de tramo y por Km luego de la construcción .

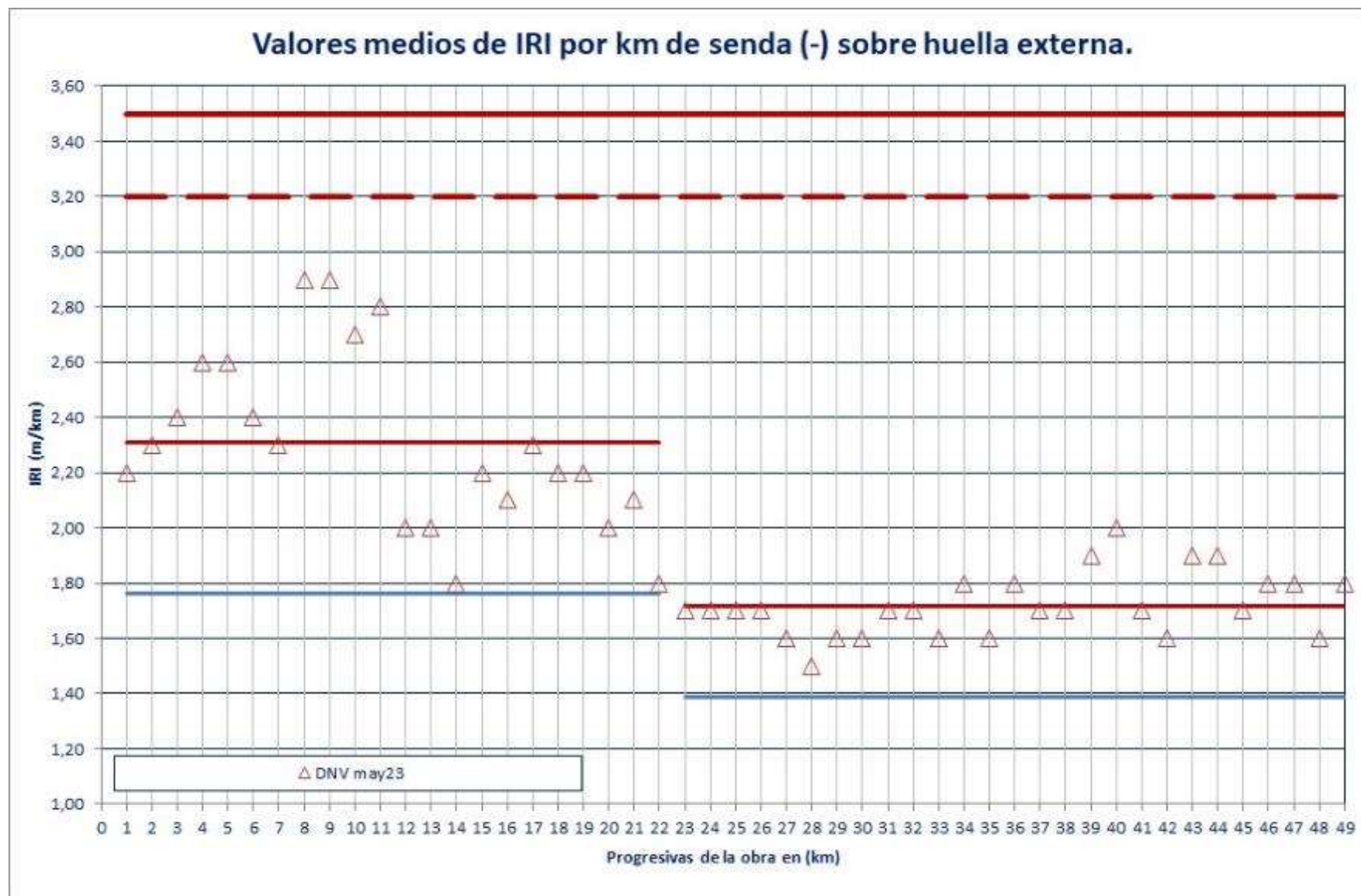
Las líneas horizontales correspondían a los umbrales de aceptación (2,8 m/Km) y de bonificación (2,0 m/Km)



Regularidad superficial:

- Valores medios de tramo y por Km en la actualidad.
- El 94% de los tramos aún cumple con la condición de construcción.
- $\approx 0,04$ a $0,05$ mm/m promedio anual de evolución por tramo.

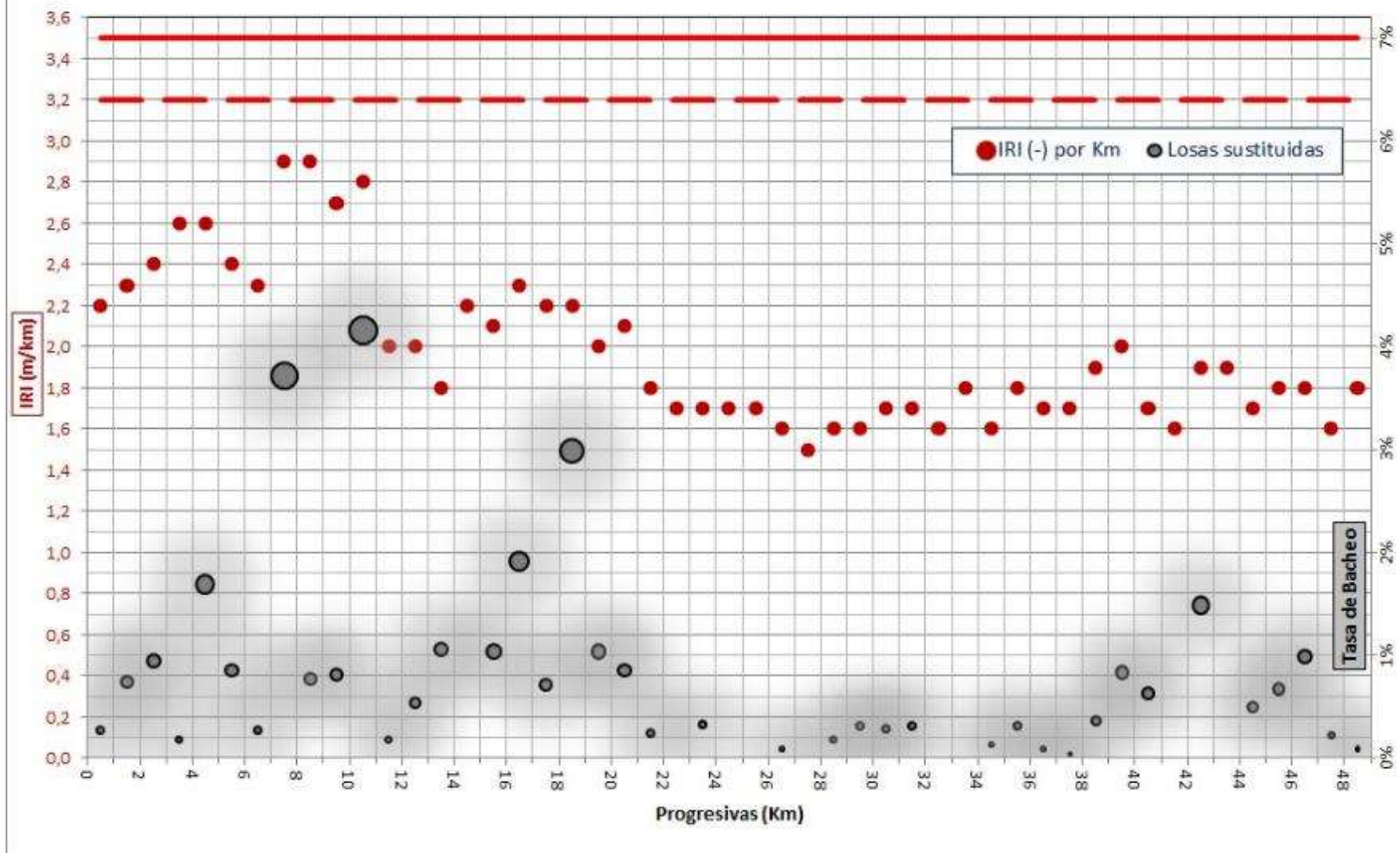
Las líneas horizontales corresponden a los umbrales de mantenimiento (3,5 m/Km y 3,2 m/Km), aplicado a cada Km y al cada tramo respectivamente.



Regularidad superficial:

- IRI acorde a expectativas.
- Tendencia clara de presencia de deterioros con mayor rugosidad.

Valores medios de IRI en etapa de conservación



IRI y tasa de bacheo por Km.

Recomendaciones:

- ☐ Revisar las prácticas de control de **espesores** del mezcla asfáltica existente.
- ☐ Evitar en lo posible el cambio abrupto de espesores del recrecido.
- ☐ Soluciones de transferencia de carga para losa delgadas en las juntas constructivas.



Recomendaciones:

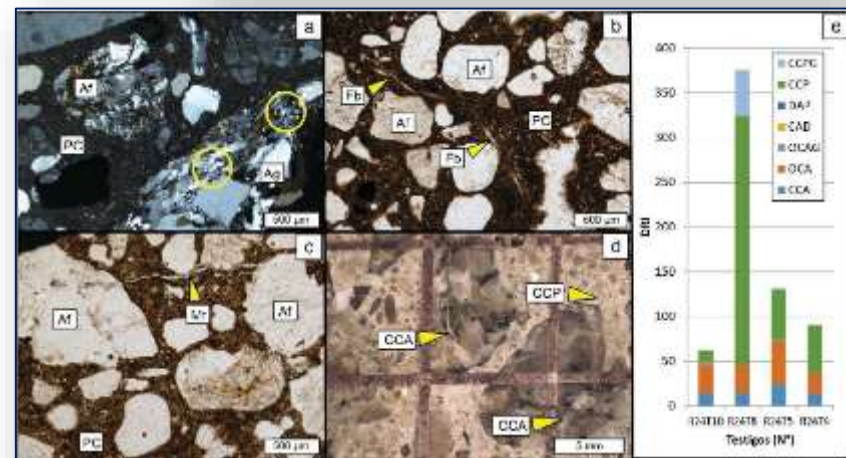
- ❑ Revisar **diseño de banquetas** con pavimento granular y tratamiento superficial.
- Eventual sistema de subdrenaje.
- Aplicación de TAR para ejecución.



Estudio realizado en testigos del HRF.

A raíz de la **presencia generalizada de fisuras** en la calzada de hormigón, de aspecto similar a las de la reacción álcali-sílice (RAS), se decide analizar sus posibles causas mediante el estudio de testigos extraídos del pavimento:

- Valoración del grado de deterioro del hormigón.
- Examen petrográfico del hormigón.
- Determinación del índice de daño.



MILANESI, Carlos A., PAPPALARDI, Mariano, MARFIL, Silvina, LOCATI, Francisco, GIACCIO, Graciela M., ZERBINO, Raúl L., FONTANS, David, PEREYRA, María N., VILA, Patricia, "CONSIDERACIONES ACERCA DEL ESTADO DEL HORMIGÓN DEL PAVIMENTO DE LA RUTA NACIONAL 24 (URUGUAY) LUEGO DE DIEZ AÑOS EN SERVICIO AL TRÁNSITO", X Congreso Internacional y 24° Reunión Técnica, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón (AATH), Buenos Aires, Argentina (2022).

Consideraciones del estudio de la RAS

- “Si bien el examen microscópico mostró algunos signos localizados de RAS, el grado de **deterioro del hormigón es despreciable y su estado general es bueno**”.
- Estos signos marginales de RAS detectados no guardan relación con las fisuras de la calzada del HRF, y es difícil hallar elementos de juicio que permitan atribuir el daño del hormigón a la RAS.



MILANESI, Carlos A., PAPPALARDI, Mariano, MARFIL, Silvina, LOCATI, Francisco, GIACCIO, Graciela M., ZERBINO, Raúl L., FONTANS, David, PEREYRA, María N., VILA, Patricia, “CONSIDERACIONES ACERCA DEL ESTADO DEL HORMIGÓN DEL PAVIMENTO DE LA RUTA NACIONAL 24 (URUGUAY) LUEGO DE DIEZ AÑOS EN SERVICIO AL TRÁNSITO”, X Congreso Internacional y 24° Reunión Técnica, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón (AATH), Buenos Aires, Argentina (2022).

Consideraciones finales:

□ *Por todo lo indicado, es posible inferir que el deterioro observado en la respuesta mecánica del hormigón pueda ser atribuido a los **efectos de fatiga** del material bajo las cargas del tránsito, vacíos puntuales de compactación, combinados con otras variables constructivas, ya sea la incidencia de la temperatura durante el hormigonado en invierno o verano, los saltos térmicos, las diferencias de espesores del hormigón y del concreto asfáltico, el grado de adherencia entre ambas capas, las capas de subbase inferiores, etc., **desestimando a la RAS como parte de este mecanismo.***

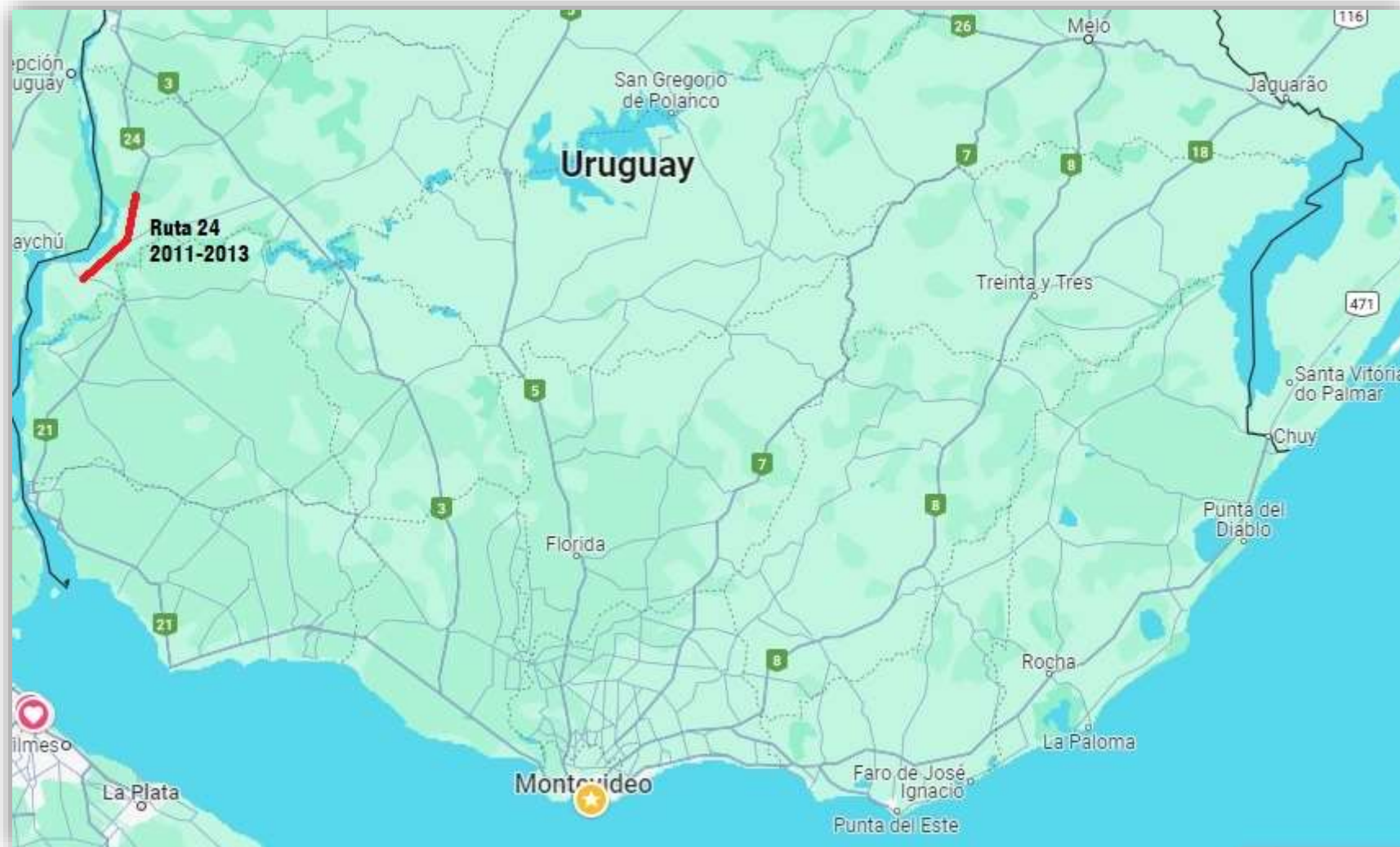
Consideraciones sobre el análisis:

- ❑ El concepto general es que la pavimentación está funcionando bien y conforme a las expectativas iniciales.
 - Así lo confirman en la calificación de “**Muy Bueno**”, las evaluaciones periódicas del estado de conservación por parte del MTOP al concesionario.
- ❑ Adecuado **desempeño de la macrofibra**.
- ❑ Se confirma que la pavimentación con recrecidos de hormigón proporciona una **estrategia más de rehabilitación** sostenible y duradera para pavimentos sujetos a todos los niveles de tráfico.



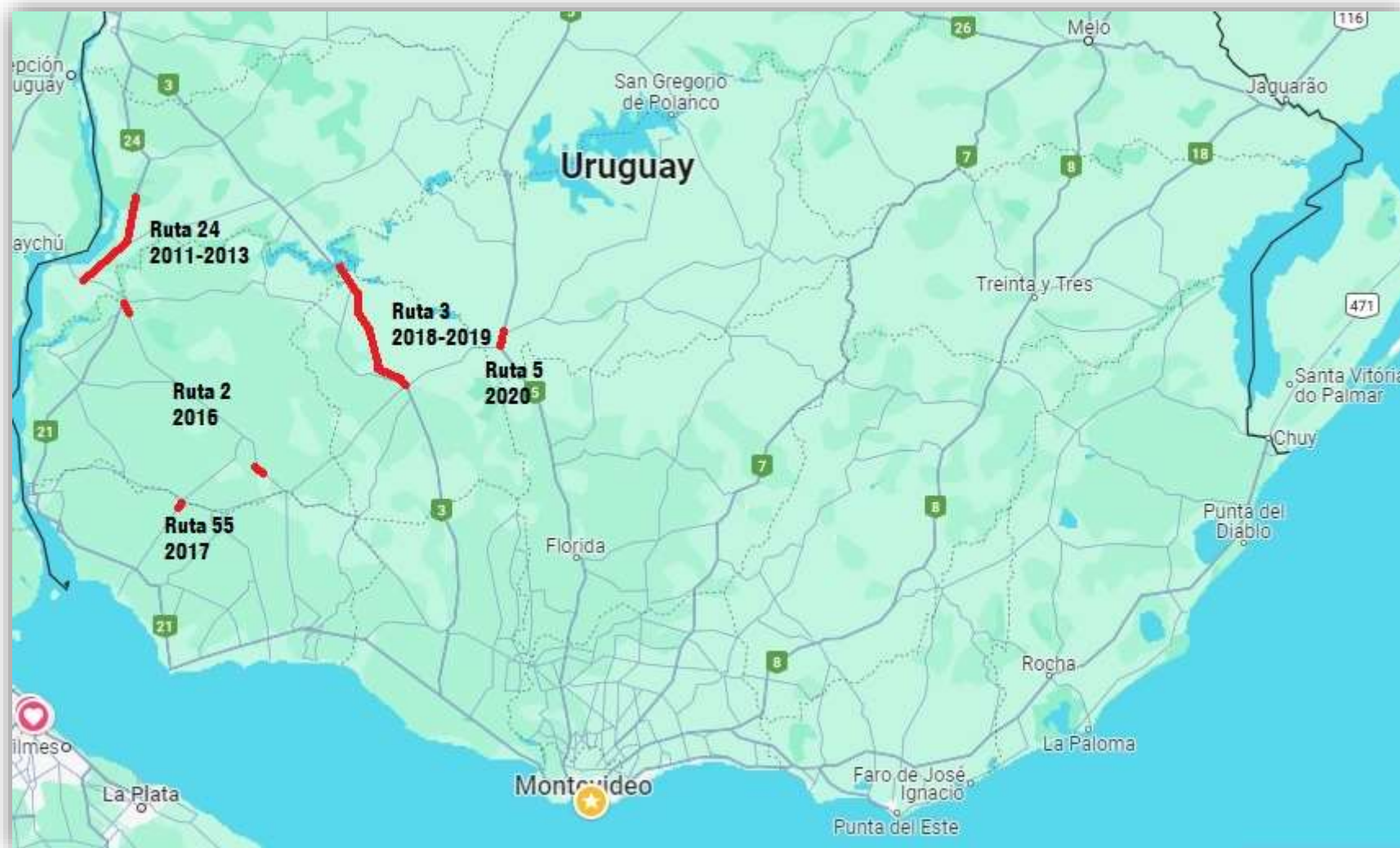
Continuidad de la aplicación:

- ☐ Técnica utilizada en los 10 últimos años.
- ☐ Proyectos en ejecución en el presente año y previstos para el 2024.



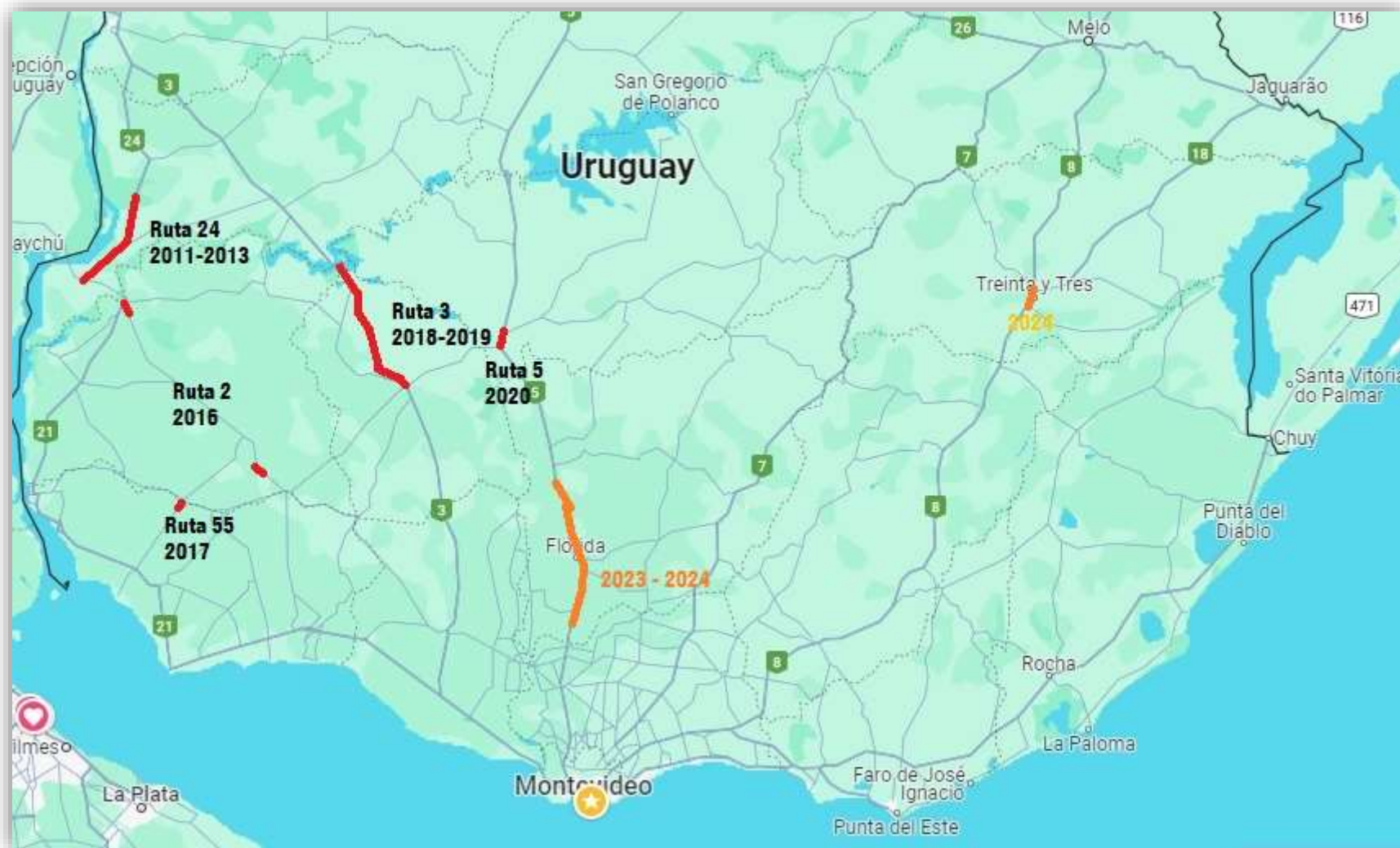
Continuidad de la aplicación:

- ☐ Técnica utilizada en los 10 últimos años.
- ☐ Proyectos en ejecución en el presente año y previstos para el 2024.



Continuidad de la aplicación:

- ☐ Técnica utilizada en los 10 últimos años.
- ☐ Proyectos en ejecución en el presente año y previstos para el 2024.



-



► Sub tramo 2: 1,2 m/Km

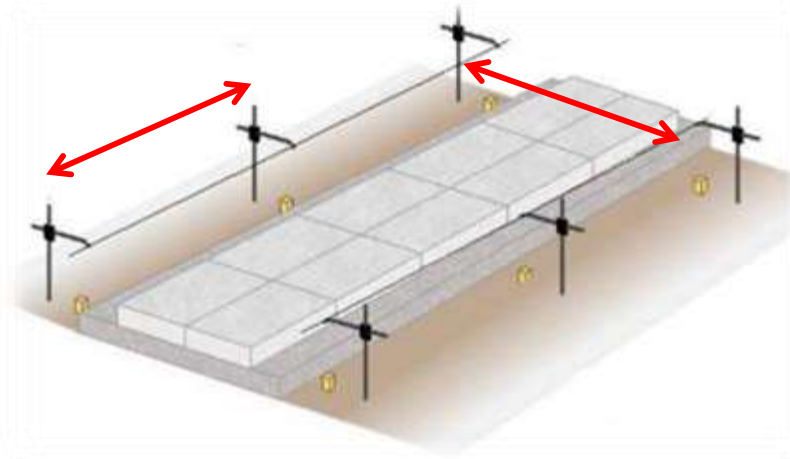
Continuidad de la aplicación:

- ❑ ...como en travesías suburbanas de la red nacional particularmente.

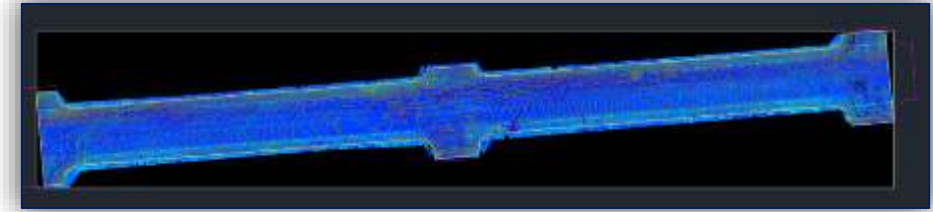


Evolución del técnica:

❑ Mayor eficiencia en el relevamiento de la calzada y elaboración del proyecto a seguir por los equipos de extendido.



Evolución del técnica:



Evolución del técnica:





¡¡ Gracias por
su atención !!

Especial agradecimiento:

- *Jorge Escudero* – Rutas del Litoral.
- *Mariano Pappalardi* – Hormigones Artigas.
- *Magdalena Pastorini* – MTOP.
- *Liber Cella* – MTOP.

DavidFontans@grinor.com.uy