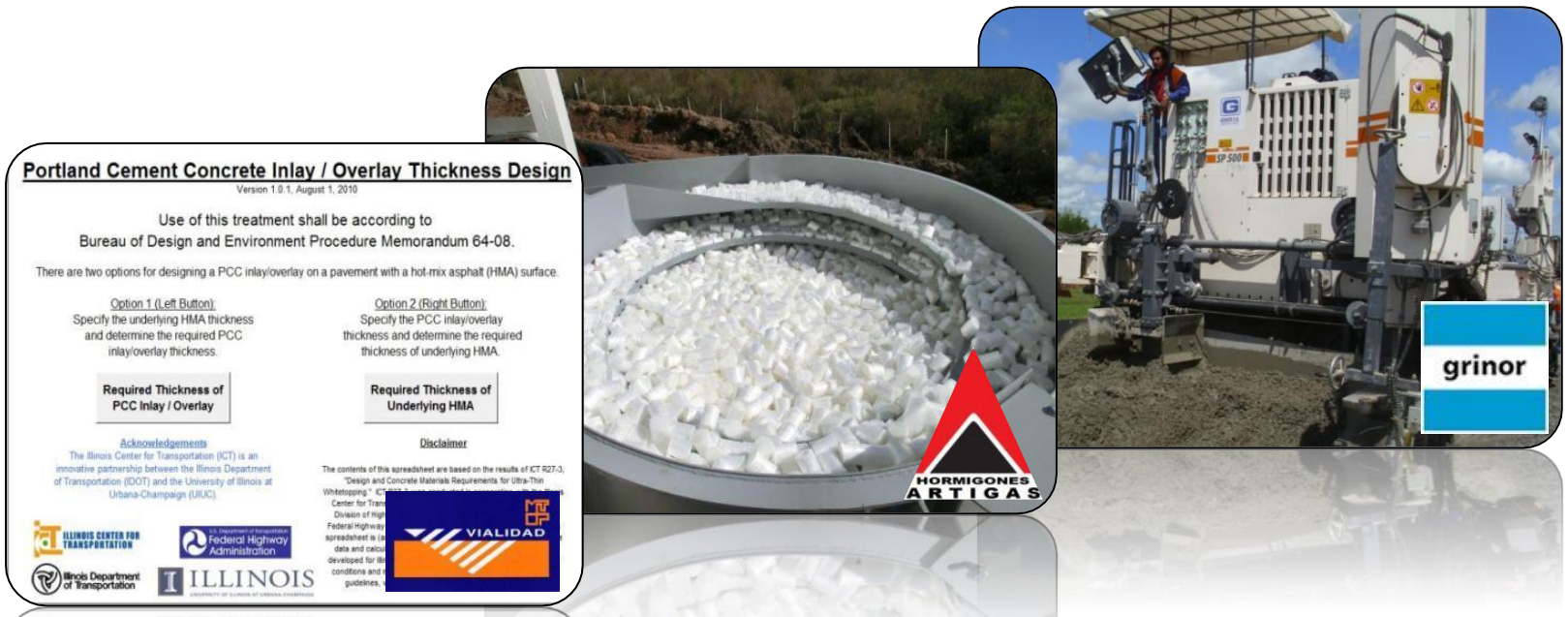
PRE-XVII CONGRESO ARGENTINO de Vialidad y Tránsito
8º EXPOVIAL ARGENTINA
3 AL 6 DE NOVIEMBRE 2014
HOTEL PANAMERICANO - Buenos Aires, Argentina
expo 2014 vial Argentina

Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay mediante la aplicación de una capa adherida de hormigón con fibras sintéticas estructurales empleando Tecnología de Alto Rendimiento

X CONGRESO INTERNACIONAL ITS
X SIMPOSIO DEL ASFALTO
II SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN
www.congresodevialidad.org.ar

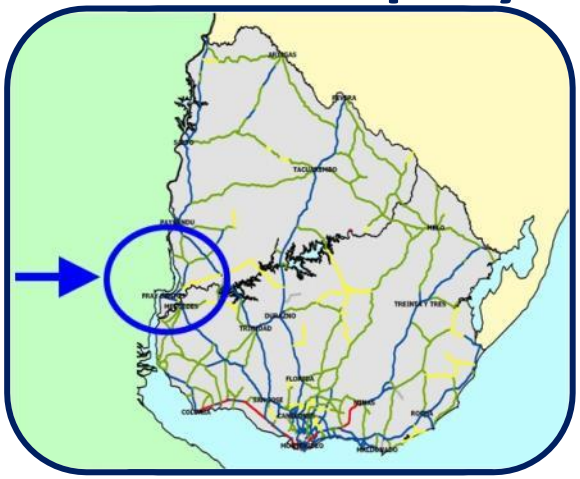
Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay mediante la aplicación de una capa adherida de hormigón con fibras sintéticas estructurales empleando Tecnología de Alto Rendimiento



Contenido

- Ubicación del proyecto
- Licitación
- Antecedentes
- Diseño
- Actuaciones proyectadas
- Análisis de la calzada
- Preparación de la superficie
- Puesta en obra
- Evaluaciones
- Obtención de la calidad
- Incorporación de fibras en el hormigón
- Agradecimientos

Ubicación del proyecto



Longitud del tramo 1 (contrato inicial): 21,600 km. (2011 – 2012)

- Importante transito 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.

Longitud del tramo 2 (ampliación): 27,300 km. (2013)

Datos relevantes

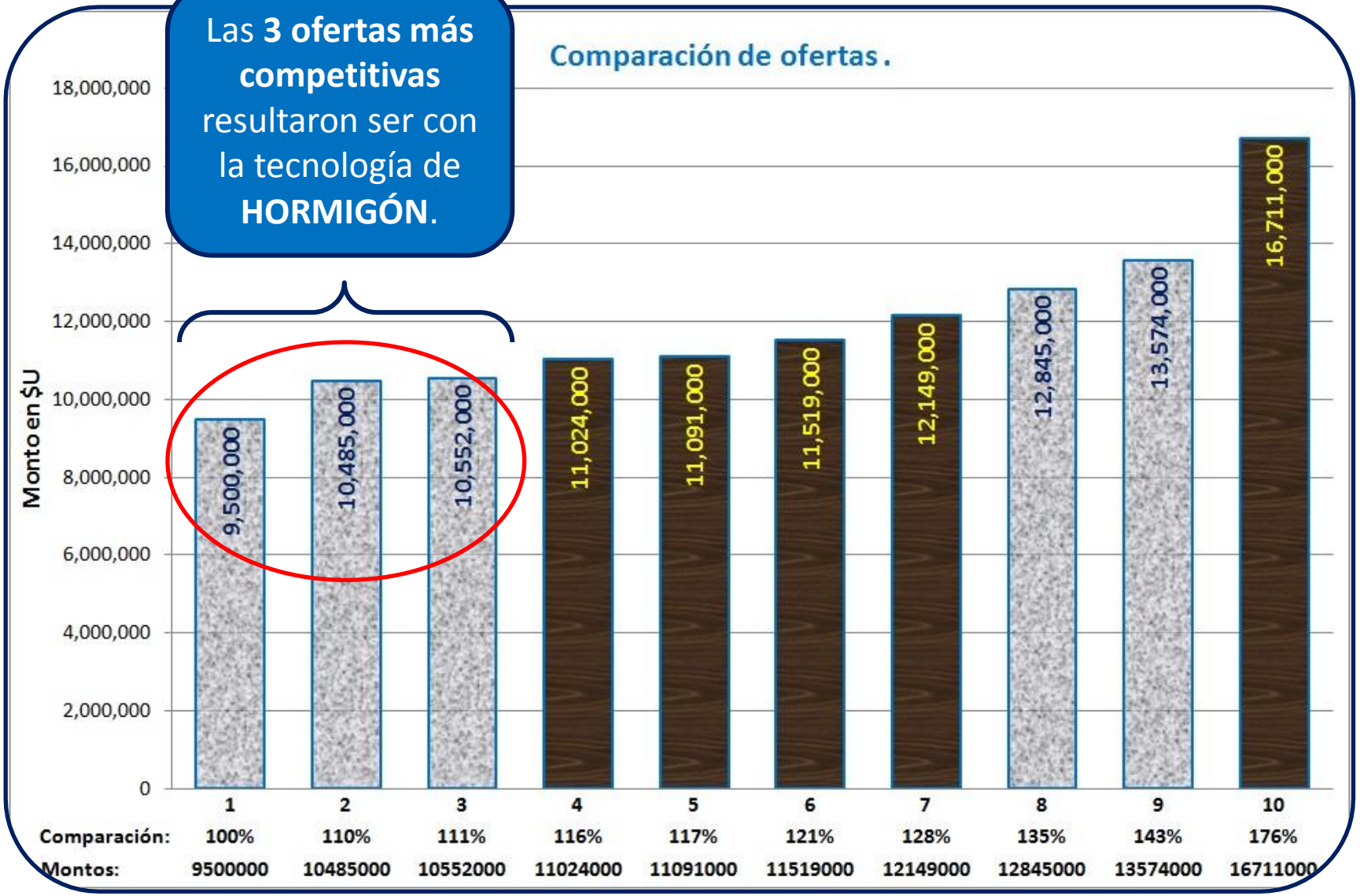
- El pliego habilita dos alternativas de rehabilitación
  - **Hormigón** con fibras estructurales, adherido a la mezcla asfáltica existente.
  - **Mezcla asfáltica**, con mayores exigencias contra el ahuellamiento.

- Premio por mejoramiento en el valor de **IRI**
  - Recepción: IRI ≤ 2,8 m/km.
  - Premio: IRI ≤ 2,0 m/km.

- Suministro de prensa apropiada para la medición de la resistencia residual de acuerdo a la norma ASTM 1609-07.

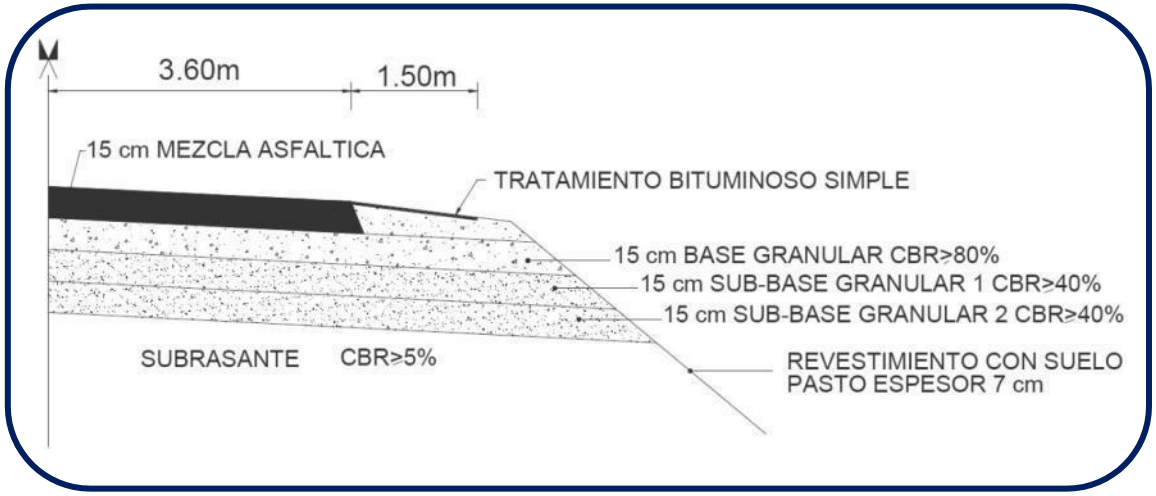
Comparación de ofertas

Las **3 ofertas más competitivas** resultaron ser con la tecnología de **HORMIGÓN**.



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



- Mantenimiento de rutina en la última década
- Intervenciones mayores consistentes en regularización de deformaciones transversales (fresado de huellas) y bacheos parciales en los últimos años.

Antecedentes

- Situación antes de la obra

Antecedentes

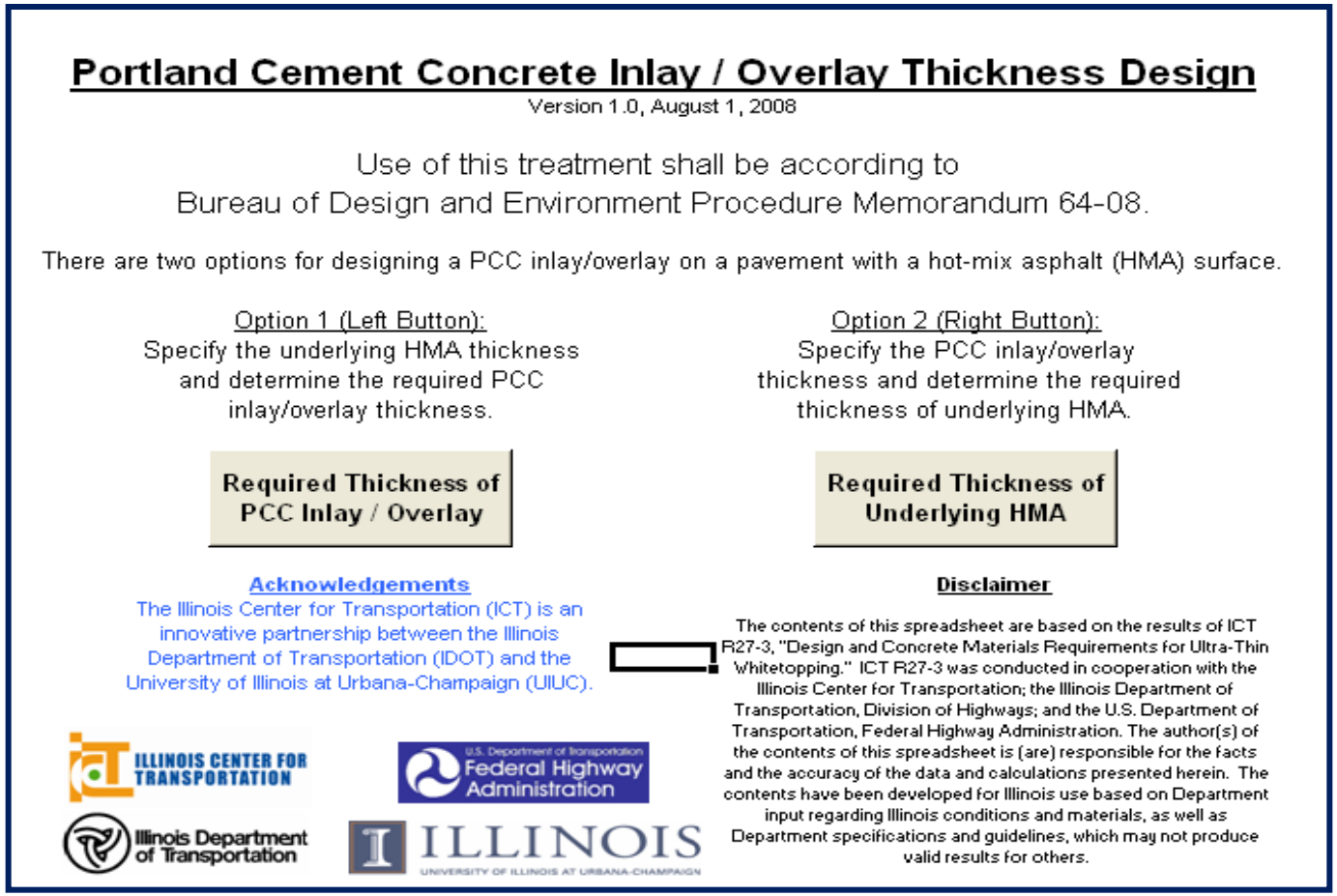
- Obra experimental previa en Montevideo en marzo de 2010.
  - Ejecución y seguimiento de tramo experimental en Av. Mendoza.

- Tramo 1:
  - espesor: 8 cm
  - losas: 1,00 m x 1,00 m
- Tramo 2:
  - espesor: 10 cm
  - losas: 1,33 m x 1,33 m

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

Diseño

- Método de diseño



Portland Cement Concrete Inlay / Overlay Thickness Design

Version 1.0, August 1, 2008

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 inlay/overlay on a pavement with a hot-mix asphalt (HMA) surface.

Option 1 (Left Button):
Specify the underlying HMA thickness and determine the required PCC inlay/overlay thickness.

Required Thickness of PCC Inlay / Overlay

Option 2 (Right Button):
Specify the PCC inlay/overlay thickness and determine the required thickness of underlying HMA.

Required Thickness of Underlying HMA

Acknowledgements

The Illinois Center for Transportation (ICT) is an innovative partnership between the Illinois Department of Transportation (IDOT) and the University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC).

Disclaimer

The contents of this spreadsheet are based on the results of ICT R27-3, "Design and Concrete Materials Requirements for Ultra-Thin Whitetopping." ICT R27-3 was conducted in cooperation with the Illinois Center for Transportation; the Illinois Department of Transportation, Division of Highways; and the U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. The author(s) of the contents of this spreadsheet is (are) responsible for the facts and the accuracy of the data and calculations presented herein. The contents have been developed for Illinois use based on Department input regarding Illinois conditions and materials, as well as Department specifications and guidelines, which may not produce valid results for others.

ILLINOIS CENTER FOR TRANSPORTATION
U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration
Illinois Department of Transportation
ILLINOIS
UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN

Diseño

- El método determina el espesor de hormigón adherido a colocar

PCC Inlay / Overlay Design Sheet, Required Thickness of PCC

Help

Design Traffic Factor (BDE Manual, Figure 54-4C)	TF	15.00	
Modulus of Rupture (3-point bending, 14-day average)	MOR	725	psi
FRC Residual Strength Ratio	$R^{1:0}_{1:0}$	20%	
Remaining Thickness of Asphalt	h_{ac}	4.7	in.
Joint Spacing	L	70.86614173	in.
Elastic Modulus of Concrete	E_c	4,205,000	psi
Coefficient of Thermal Expansion	CTE	5.28E-06	in./in./°F
Elastic Modulus of Asphalt	E_{AC}	145,000	psi
Modulus of Subgrade Reaction	k	99.36	pci
Thickness of Concrete	h_c	5.92	in.

Compute Concrete Thickness

Solved

Default Inputs

Variable	Default Value
MOR	750 psi (Note 1)
$R^{1:0}_{1:0}$	0% (w/o fiber reinforcement) 20% (w/ fiber reinforcement)
L	48 in. or 72 in.
E_c	3,600,000 psi
CTE	5.50×10^{-6} in./in./°F
E_{AC}	100,000 psi (poor) 350,000 psi (moderate) 600,000 psi (good)
k	100 pci

Note 1: The design MOR is the mean design strength, not the minimum 550 psi flexural strength (center-point loading) specified for opening to traffic. Also note that as MOR increases the risk of debonding increases and the effectiveness of synthetic fibers decreases.

Diseño

- Espesor mínimo de mezcla asfáltica remanente

PCC Inlay / Overlay Design Sheet, Required Thickness of HMA

Help

Design Traffic Factor (BDE Manual, Figure 54-4C)	TF	15.00	
Modulus of Rupture (3-point bending, 14-day average)	MOR	725	psi
FRC Residual Strength Ratio	R_{150}^{150}	20%	
Required Asphalt Thickness	h_{ac}	4.72	in.
		Solved	
Joint Spacing	L	70.8661417	in.
Elastic Modulus of Concrete	E_c	4,205,000	psi
Coefficient of Thermal Expansion	CTE	5.28E-06	in./in./°F
Elastic Modulus of Asphalt	E_{AC}	145,000	psi
Modulus of Subgrade Reaction	k	99.36	pci
Desired Concrete Thickness	h_c	5.9	in.

Compute Asphalt

Default Inputs

Variable	Default Value
MOR	750 psi (Note 1)
R_{150}^{150}	0% (w/o fiber reinforcement) 20% (w/ fiber reinforcement)
L	48 in. or 72 in.
E_c	3,600,000 psi
CTE	5.50×10^{-6} in./in./°F
E_{AC}	100,000 psi (poor) 350,000 psi (moderate) 600,000 psi (good)
k	100 pci

Note 1: The design MOR is the mean design strength, not the minimum 550 psi flexural strength (center-point loading) specified for opening to traffic. Also note that as MOR increases the risk of debonding increases and the effectiveness of synthetic fibers decreases.

Diseño

- Variables que considera el método

1) Tránsito (TF)
2) Resistencia a la flexión del hormigón (MOR)
3) % de la tensión residual, (R150,150)
4) Separación entre juntas (L)
5) Módulo Elástico del hormigón (Ec)
6) Coeficiente de Expansión Térmica del Hormigón (CTE)
7) Módulo Elástico del Asfalto (Eac)
8) Módulo de Reacción de la Subrasante (k)
9) Espesor de asfalto remanente

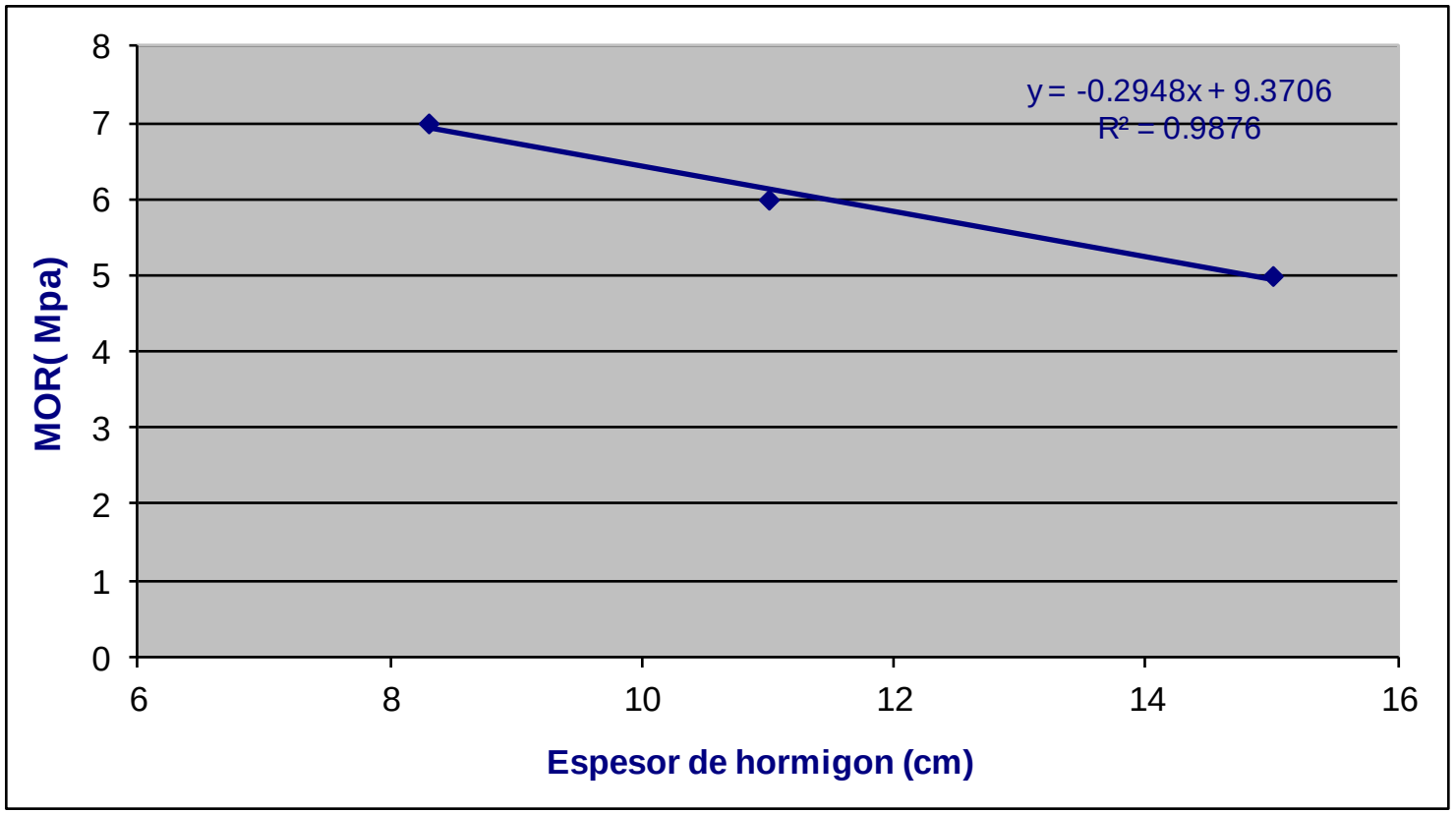
Diseño

- Variables que considera el método

1) Tránsito (TF)
2) **Resistencia a la flexión del hormigón (MOR)**
3) **% de la tensión residual, (R150,150)**
4) **Separación de juntas transversales (L)**
5) Módulo Elástico del hormigón (Ec)
6) Coeficiente de Expansión Térmica del Hormigón (CTE)
7) **Módulo Elástico del Asfalto (Eac)**
8) Módulo de Reacción de la Subrasante (k)
9) Espesor de asfalto remanente

Diseño

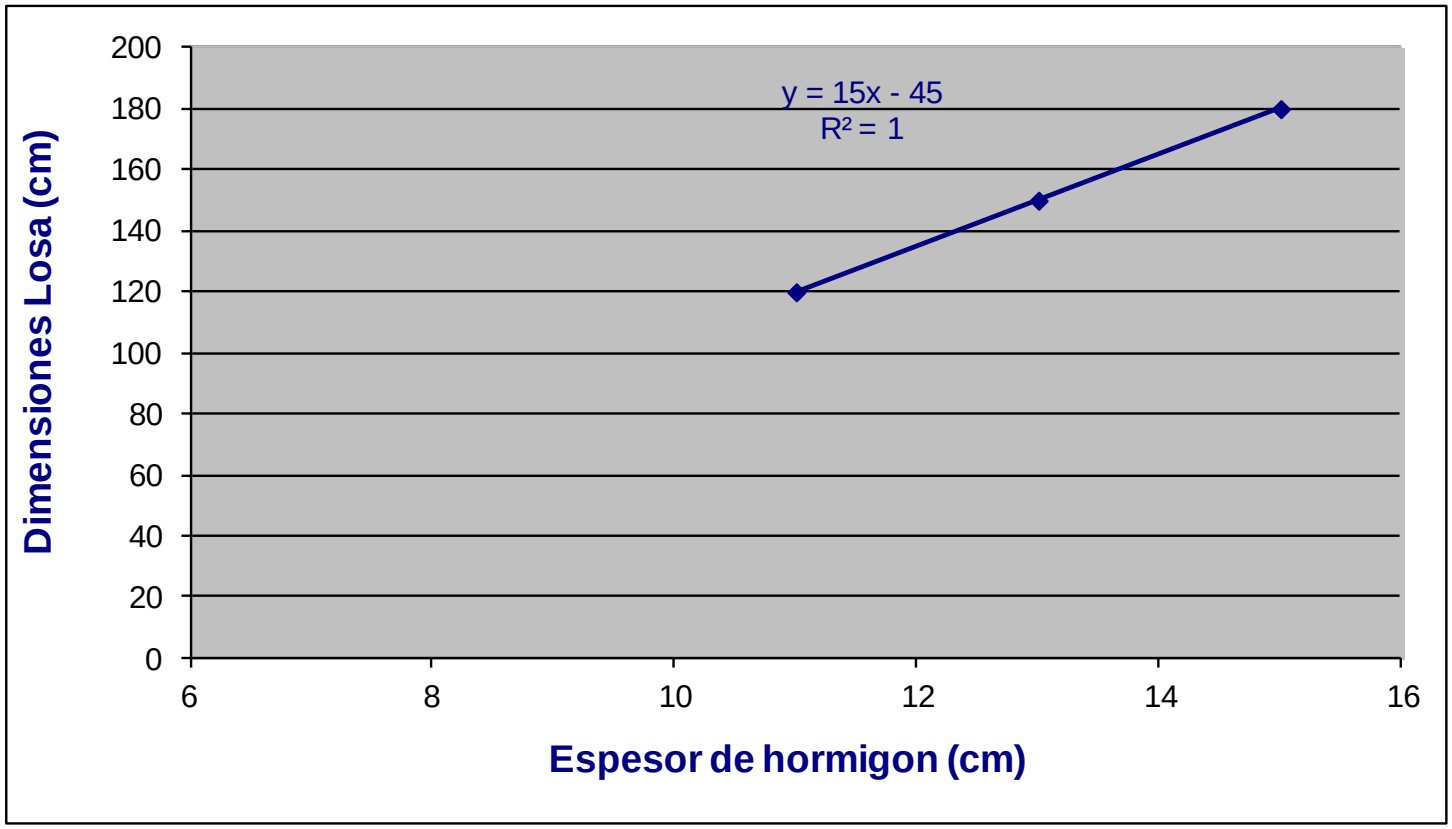
- Variación de hc vs. MOR



- Variación del 10 % en MOR varía 2 cm el hc

Diseño

- Variación de hc vs. L



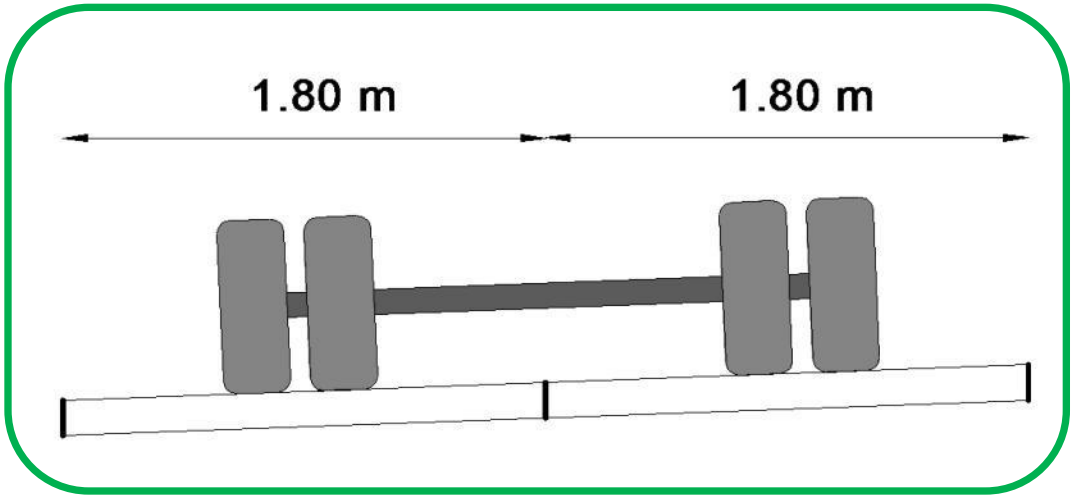
- Variación del 14% en L varía 2cm el hc

Diseño

- Separación entre juntas

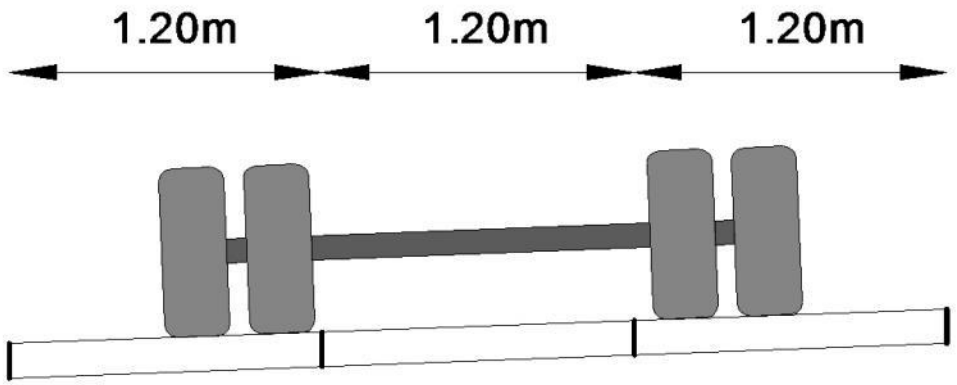
- Alternativa 1

  losas 1,80 m × 1,80 m



- Alternativa 2

  losas 1,20 m × 1,20 m



Diseño

- Tramo de prueba

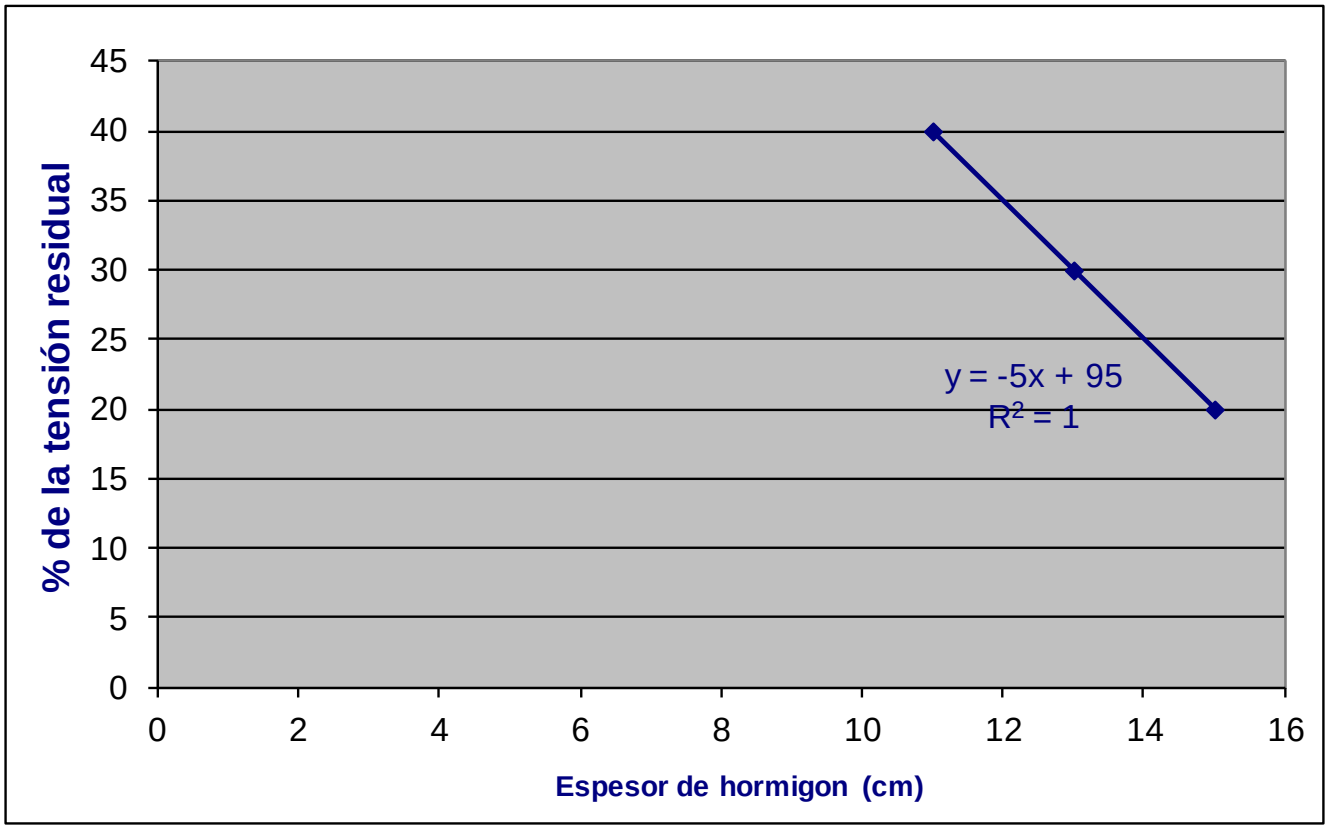
- Longitud: 500 m
- Modulación: 1,20 m × 1,20 m
- Espesor mínimo: 12 cm

Tránsito 2.500.000 a 3.000.000 EE

- Pesaje obligatorio 19km000 (pesaje estático)
- Puesto de conteo 10km800 (pesaje dinámico)

Diseño

- Variación de hc vs. R150,150



- Variación del 50 % R150,150 varía 2cm el hc

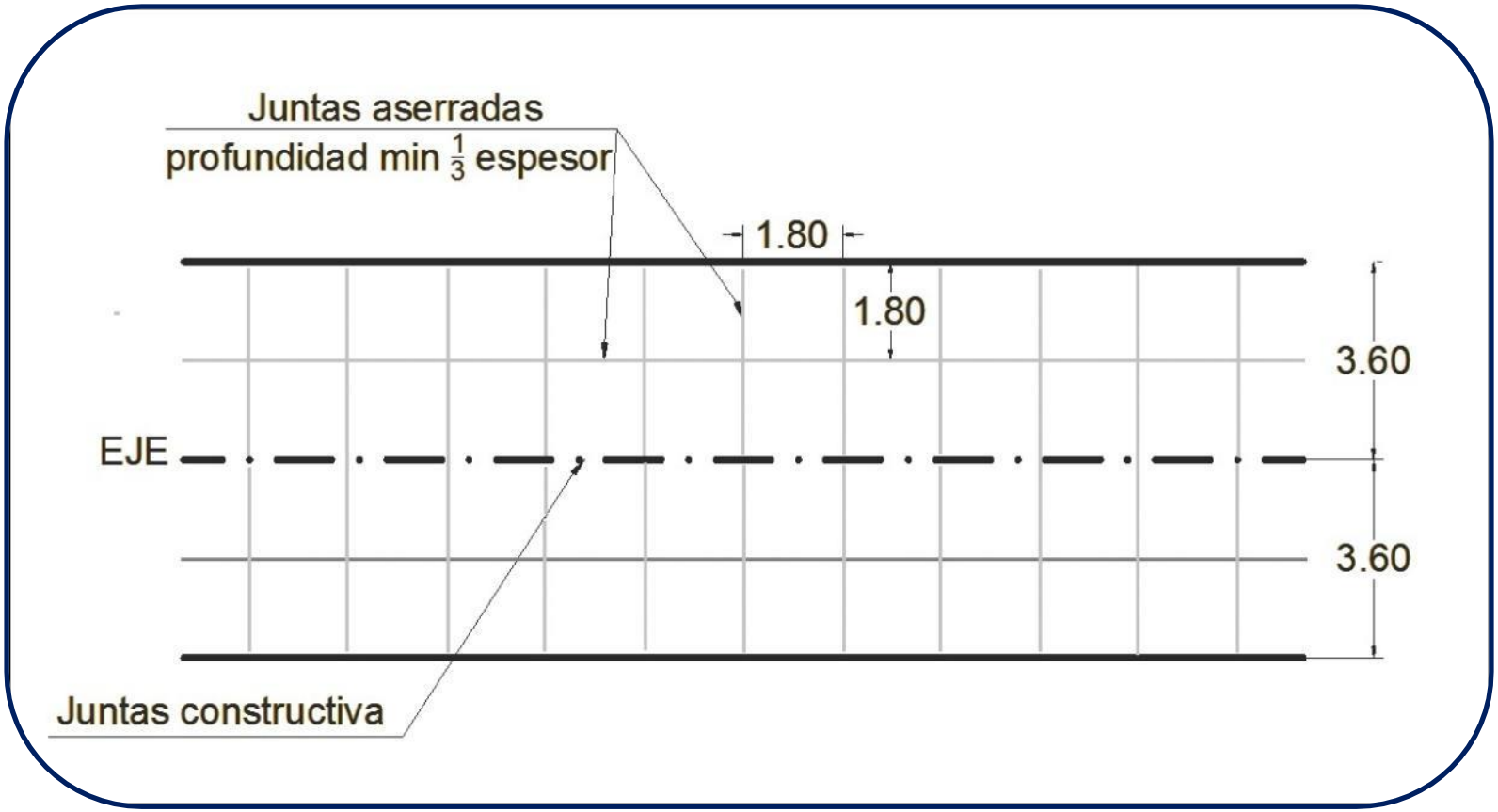
Diseño

- Valores asignados a las variables

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
5)	Módulo Elástico del hormigón (Ec)	4.205.000 psi
6)	Coeficiente de Expansión Térmica del Hormigón (CTE)	5.2 E-06 in/in/ºF
7)	Módulo Elástico del Asfalto (Eac)	145.000 psi
8)	Módulo de Reacción de la Subrasante (k)	100 pci
9)	Espesor de asfalto remanente	12cm

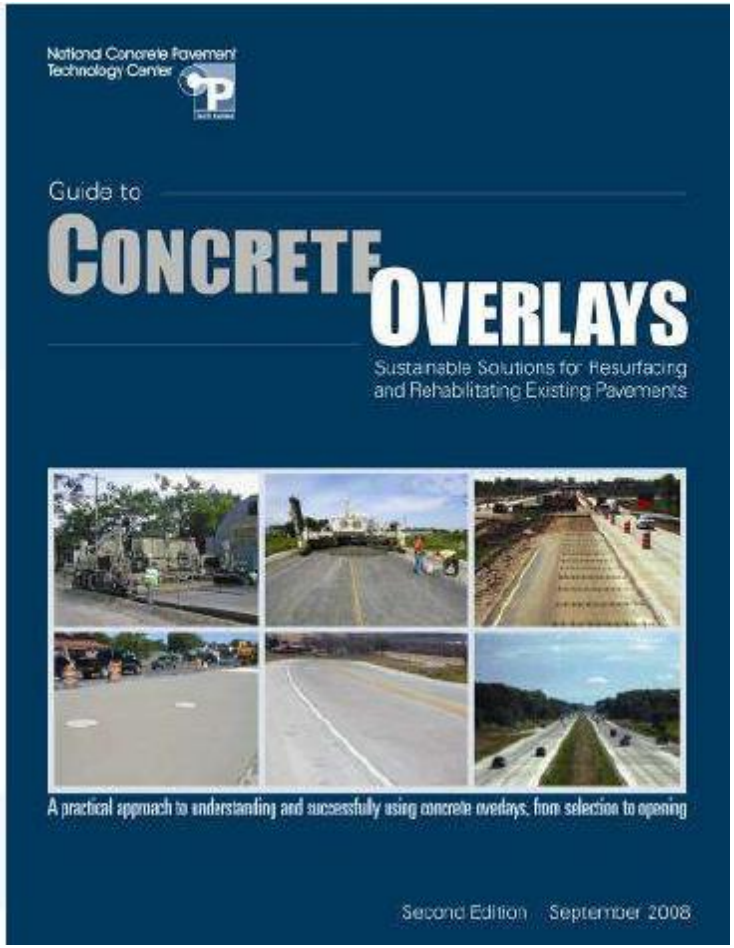
Diseño

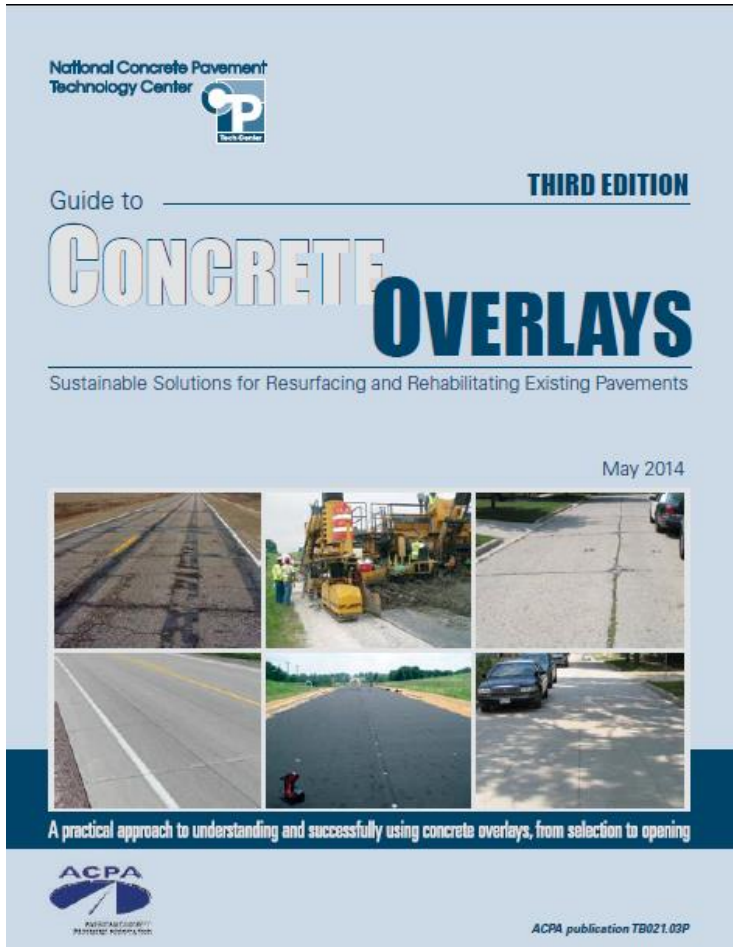
- Diseño adoptado
  - Espesor de hormigón hc=15cm
  - Espesor de MA remanente Eac=12cm (min)



Diseño

- Guía para la Ejecución





A product of the National Concrete Pavement Technology Center (CP Tech Center)

Actuaciones proyectadas

Bacheo

- Los baches se pueden realizar con Mezcla Asfáltica siempre que se realice tiempo antes de comenzar las obras de hormigonado.

- Si el bache se realiza en hormigón, los lados del bache deberán, estar en correspondencia con las juntas que se ejecutarán en el recapado de hormigón, de esta manera se aísla la zona del bache del resto del pavimento.

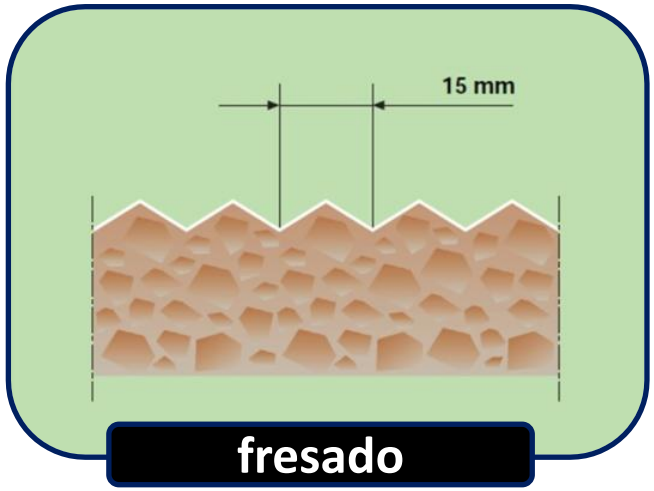
- En el caso de realizarse en hormigón pueden ejecutarse en el espesor total o primero el bache y luego WT siempre garantizando la adherencia entre ambos.

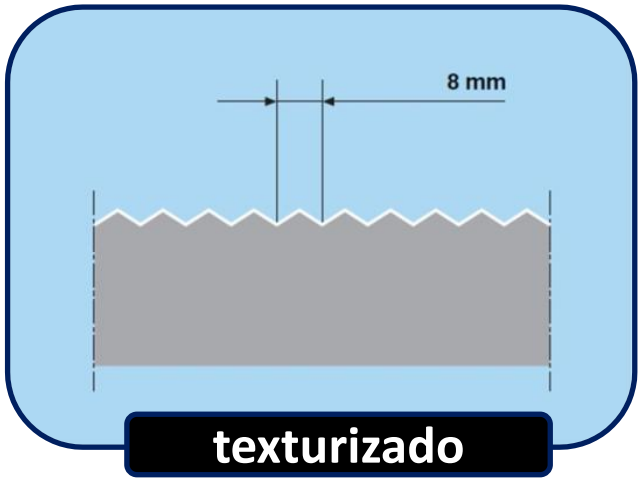
Actuaciones proyectadas

Tareas previas al hormigonado

❑ Por la importancia que tiene el garantizar una buena adherencia entre hormigón y mezcla asfáltica, es que se deben realizar las siguientes tareas previas al hormigonado:

- Fresado o Texturizado

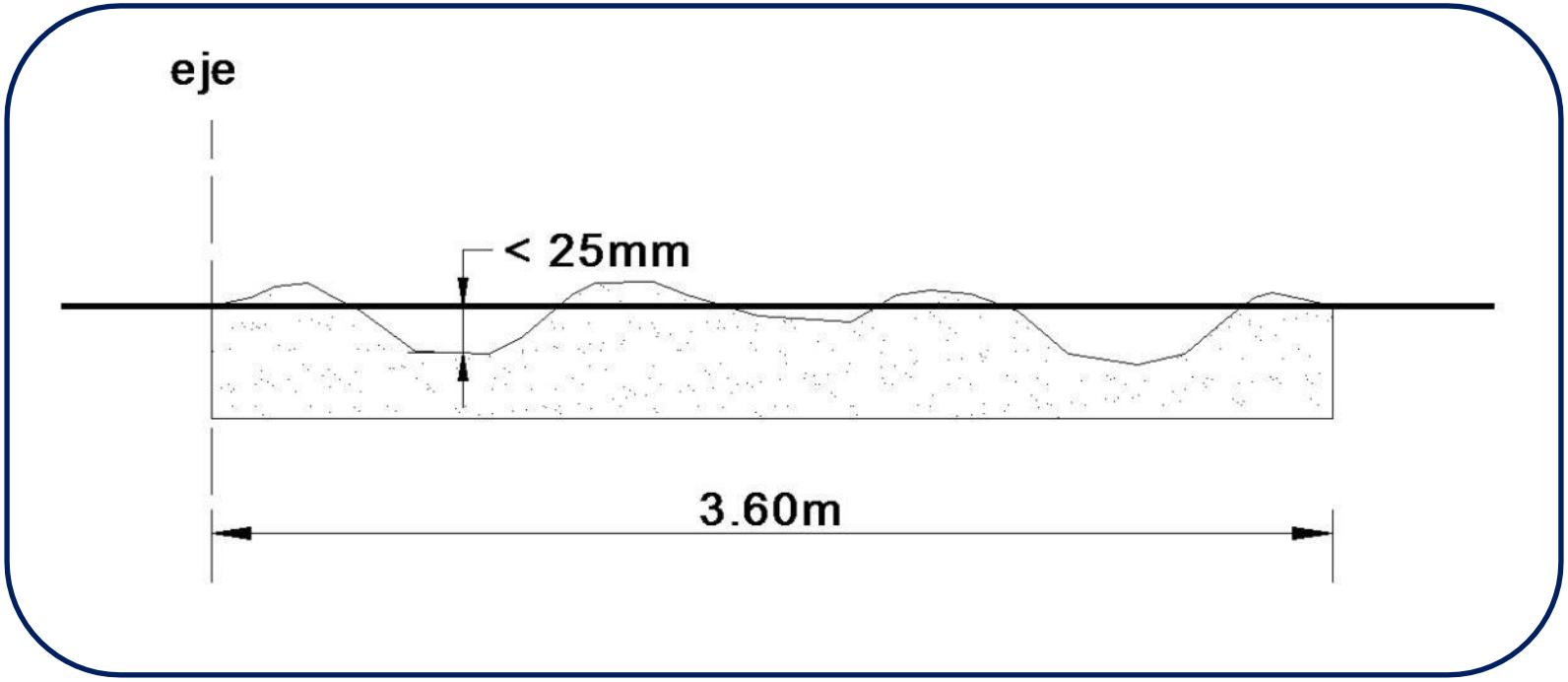




- Hidrolavado a presión
- Barrido con aire comprimido

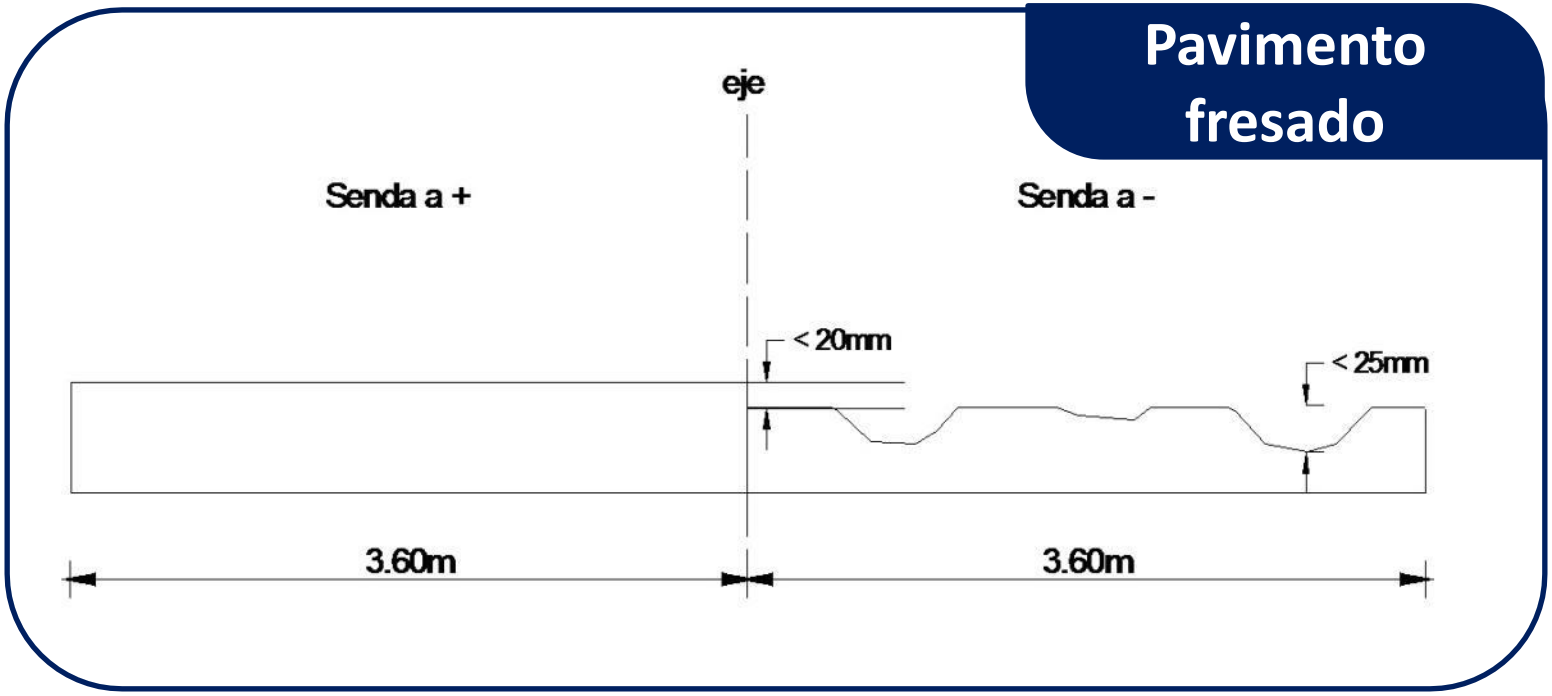
Actuaciones proyectadas
Fresado

- Todos aquellos tramos que presenten ahuellamientos mayores a 25 mm o deformaciones como se muestra en la figura, deberán ser fresadas de forma tal que una vez colocado el hormigón no existan espesores menores a 15 cm, ni huellas a rellenar mayores a 25 mm.



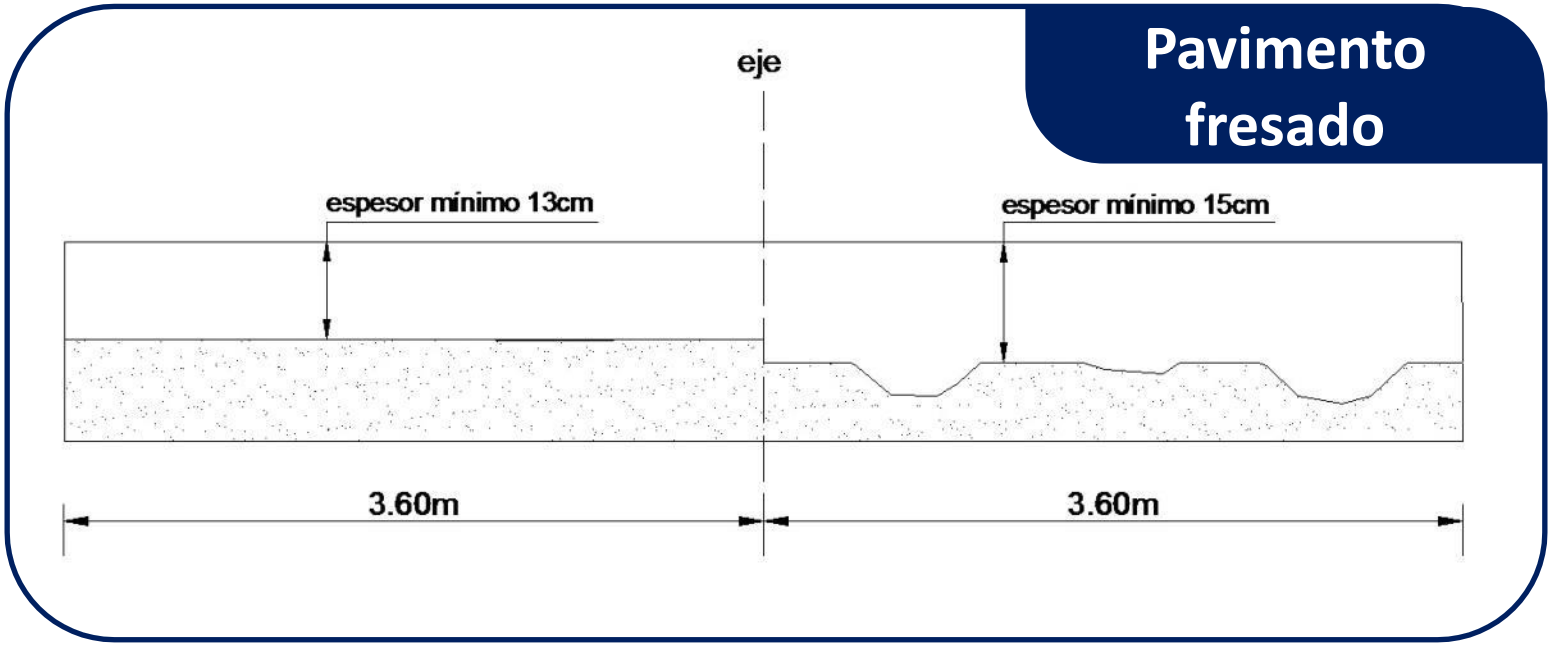
Actuaciones proyectadas
Fresado

- Aquellas zonas que deban ser fresadas a mayor profundidad para poder disminuir la huella a los 25 mm exigidos, podrán llegar a tener una diferencia de cota de -20 mm con la senda a +, quedando una vez hormigonado una diferencia de espesores como se muestra en las figuras.



Actuaciones proyectadas
Fresado

- Pavimento luego de realizado el fresado



- Aquellas zonas donde no se hayan realizado trabajos de fresado, deberán texturizarse generando una superficie mas rugosa que mejore la adherencia con el hormigón.

Análisis de la calzada

regla estática 1,20m

- Identificación de zonas a fresar por concepto de profundidad de huellas (< 25 mm)

nivel electrónico

- Auscultación de la geometría de la calzada

perfilómetro transversal

- Relevamiento del perfil de la senda.
- Identificación de zonas a fresar para conseguir el espesor mínimo especificado.
- Determinación de profundidad de fresado.

- Relevamiento exhaustivo del perfil de la calzada.
- Estudio altimétrico y proyecto elaborado conjuntamente por el Constructor y el Comitente, con el objetivo adecuar la geometría de la calzada optimizando el volumen de material empleado.

Preparación de la superficie

Fresado

Aspecto de la calzada luego del fresado

- Aplicado a las crestas del ahuellamiento, es la primera tarea constructiva sobre la superficie asfáltica.
- La profundidad surge del análisis previo, de forma de optimizar el espesor del HRF.
- De dicho análisis puede surgir la necesidad de hacer una primera aproximación al perfil de proyecto a través del fresado.
- Esa tarea no siempre es posible debido a la limitación en el espesor remanente mínimo de la capa asfáltica existente, previsto en el diseño (12 cm en este caso).
- Equipos: Fresadoras Wirtgen W1000L y W500 equipadas con tambor convencional.

Preparación de la superficie

Texturizado

- De fundamental importancia, es el primer requisito para asegurar la hipótesis de adherencia.
- Se aplica en todo el ancho de cada senda de la calzada de concreto asfáltico.
- Eventualmente, donde fue necesario fresar para adecuar geometría, solo se texturiza donde no se actuó previamente, completando el ancho de senda.
- Equipo: Fresadora Wirtgen W 500 equipada con tambor texturizador.

Aspecto de la calzada luego del texturizado

Preparación de la superficie

Limpieza

- Serie de procedimientos de aplicación simple, pero rigurosa.
- Imprescindible para asegurar la adherencia entre capas.
- Se procura una limpieza intensiva de la superficie asfáltica, el procedimiento implica dos etapas fundamentales, **hidrolavado** y **soplado**.
- En caso de ser necesario, previamente a estas etapas de limpieza se hace un barrido mecánico.

- El hidrolavado, que consiste en un barrido hidráulico de alta presión a razón de 40 l/min.
- Se utilizó un camión de 22 m3 de capacidad con 2 bombas hidráulicas independientes.

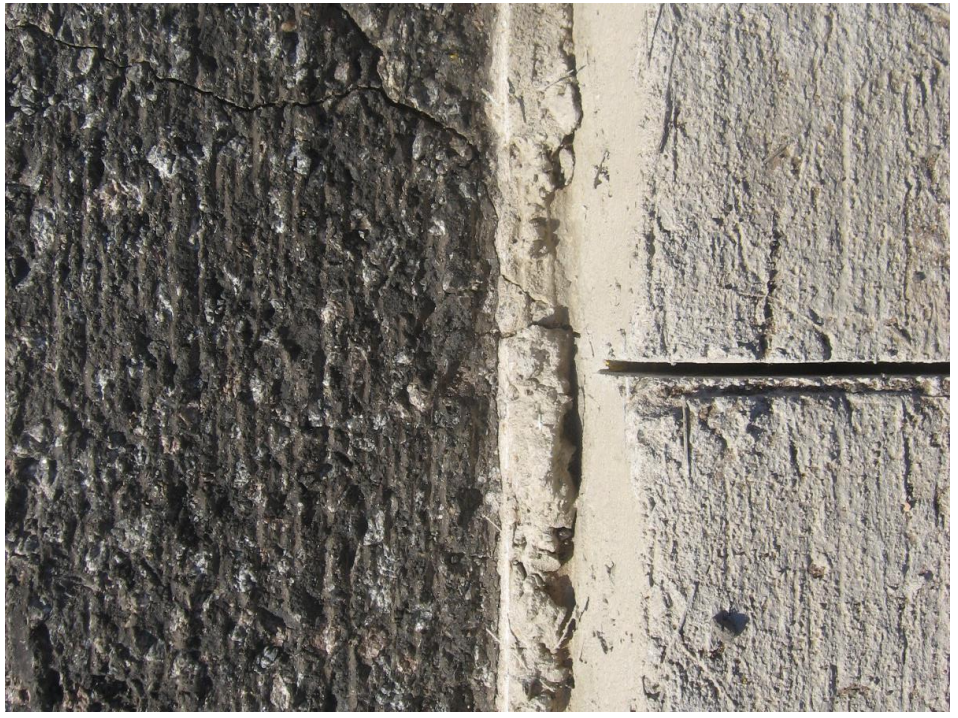
- El soplado, consiste en un barrido con aire comprimido para liberar a la superficie del polvo adherido previo a la pavimentación.
- Mantenimiento de la limpieza.

Hidrolavado

Barrido con aire comprimido

Alquiler - 094 608 632

0 CM 1 2 3 4 5 6 7 8
ACPA
American Concrete Pavement Association
We're working to advance concrete pavement technology nationally and locally.
www.acpa.org | 847.966.2272
0 INCH 1 2 3



Puesta en obra

Consideraciones generales

- Definición, Tecnología de Alto Rendimiento (TAR): Es aquella que se aplica a la construcción de pavimentos de hormigón empleando pavimentadoras de encofrados deslizantes. Requiere elevados consumos de hormigón, que permitan mantener una velocidad de avance uniforme de 1 m/minuto, como mínimo (IRAM 50002).
- Instalaciones de producción de hormigón fijas en obrador, ubicado aproximadamente en la mitad del tramo.
- Previsión de acopio de áridos y abastecimiento suficiente de agua.
- Planta con mezcladora central de 2 m3 (tiempo de mezclado 50 segundos).
- Asentamiento en planta ≤ 7 cm
- Promedio de producción de 50 m3/h.
- **Dosificador automático de macro fibras**.
- Transporte típico con camión volcador, cargados con 6 m3 (tres pastones).

NTP 339 201
ISP 4854 00
NTP 339 00
RTP 3145 00

MIGONES
TIGAS

Interrogantes que surgieron en la etapa de planificación de la obra, al implementar el hormigón con fibras:

- ¿Las macrofibras se van a distribuir uniformemente durante el proceso de mezclado?
- ¿Cómo se puede controlar la homogeneidad del hormigón con fibras?
- ¿Afectarán el asentamiento durante el transporte, con la dificultad adicional de convivir la obra con la habilitación permanente al tránsito?
- ¿Modificarán la exudación del hormigón?
- ¿El sistema de compactación tan enérgico de la pavimentadora, segregará las macrofibras?
- ¿Afectarán la terminación y el texturizado de la superficie del hormigón?
- ¿Se logrará el control de fisuración mediante el aserrado, en una capa delgada de hormigón con fibras adherida al asfalto limpio y rugoso?

0 CM 1 2 3 4 5 6 7 8
ACPA
American Concrete Pavement Association
We're working to advance concrete pavement technology nationally and locally.
www.acpa.org | 847.966.2272
0 INCH 1 2 3

SCHULZ

BETONMAC

BETONMAC

Dosificador automático de fibras

https://www.youtube.com/watch?v=HzORJphvAJs&index=1&list=UUvvefK9pZCVezS6CDE0Zh4g

Dosificador automático de fibras

https://www.youtube.com/watch?v=HzORJphvAJs&index=1&list=UUvvefK9pZCVezS6CDE0Zh4g

Descarga del dosificador de fibras en cinta transportadora

Video link: https://www.youtube.com/watch?v=5S7Mk7W1EAk

Descarga del dosificador de fibras en cinta transportadora

Video link: https://www.youtube.com/watch?v=5S7Mk7W1EAk

Incorporación de fibras en el hormigón

Efecto de las fibras sobre el hormigón en estado fresco

↑ **MAYOR COHESIÓN**

↓ **MENOR TRABAJABILIDAD**

<u>Nota</u>: Es clave la distribución homogénea de las fibras, sin la formación de erizos.

Conteo de fibras para evaluar su uniformidad en el pastón

Dado que no se dispuso de una normativa de ensayo, se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se toman tres muestras de un mismo pastón.
2. Se determina el peso inicial de cada muestra de hormigón.
3. Se realiza la agitación bajo agua en forma intensa.
4. Se extraen las macrofibras sintéticas por flotación (tamiz).
5. Se determina el peso seco de macrofibras.
6. Cálculo:

$$\text{Dosis de fibras } (\text{kg/m}^3) = \frac{\text{Peso seco final de fibras (kg)}}{\text{Peso inicial muestra de H° (kg)}} \cdot \text{PUV del H° } (\text{kg/m}^3)$$

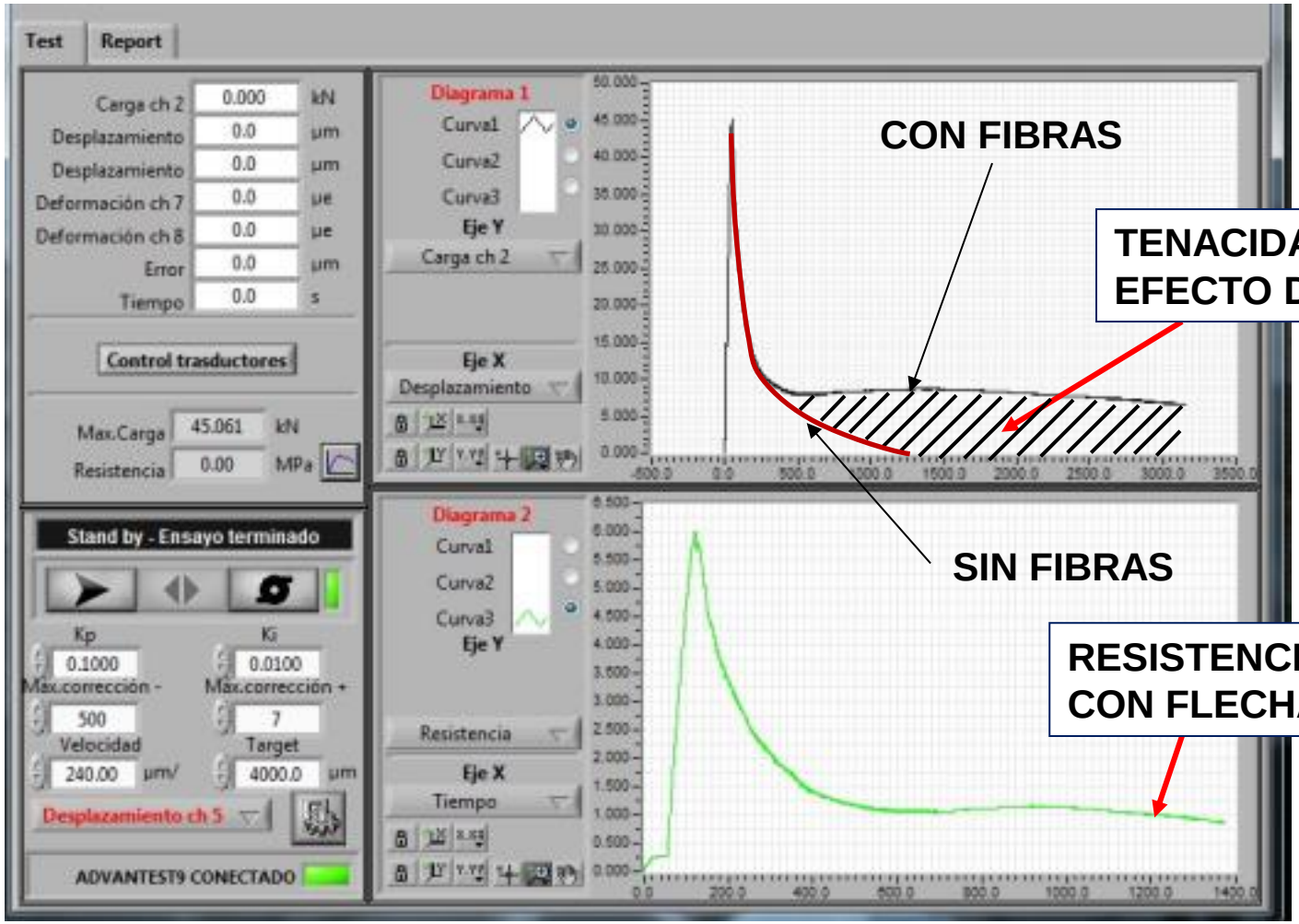
Incorporación de fibras en el hormigón

Efecto de las fibras sobre el hormigón en estado endurecido

- ↑ CONTROL DE FISURACIÓN
- ↑ MAYOR TENACIDAD
- ↑ RESISTENCIA RESIDUAL
- ↑ RESISTENCIA A LA FATIGA

Incorporación de fibras en el hormigón

Resistencia residual (f^{D}_{150}) ASTM C 1609



Incorporación de fibras en el hormigón

Requisitos del proyecto – Ruta 24

- RESISTECIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN (MRF) 5 MPa
- RESISTENCIA RESIDUAL 150 (TENACIDAD) ASTM C 1609 1 MPa
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN MEDIA 35 MPa
- MACROFIBRAS ESTRUCURALES DE POLIPROPILENO 2,7 kg/m³
- MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO 0,6 kg/m³
- RÁPIDA HABILITACIÓN:
  - MRF 3,8 MPa
    - Correlación con resistencia a compresión 25 MPa

Incorporación de fibras en el hormigón

- Dosificación:

Cemento Artigas Granel CPN40 (kg/m3)	340
Agua (kg/m3)	143
Arena natural fina - MF = 1,80 (kg/m3)	235
Arena natural gruesa - MF = 3,20 (kg/m3)	565
Piedra partida 5-20 granítica (kg/m3)	570
Piedra partida 20-30 granítica (kg/m3)	570
Aditivo Viscocrete Artigas (Sika) (kg/m3) (dosis 0,6 %)	2,05
Macrofibra sintética Barchip 54 (EPC) (kg/m3)	2,7
Microfibra sintética FibroMac 12 (Maccaferri, Brasil) (kg/m3)	0,6

- Relación a/c = 0,42

Evaluaciones

Ensayos en estado fresco

Ensayo	Unidad	Valor medio
➢ Asentamiento en pavimentadora	cm	3,2
➢ Capacidad de exudación	%	1,4
➢ Contenido de macro fibras	kg	2,63

Notas:

- **Es clave evaluar la pérdida de asentamiento del hormigón, según el tiempo y la distancia de transporte, bajo la condición climática reinante en cada jornada.**
- **Para el moldeo de probetas correspondiente al control de calidad de la producción del hormigón con fibras, es clave el empleo de una mesa vibrante en el laboratorio de la planta.**

ARTIMOR
REVOQUE

Evaluaciones
Ensayos en estado endurecido

Ensayo	Unidad	Valor medio
Probetas, edad 7 días	**MPa**	**33,9**
Probetas, edad 28 días	**MPa**	**39,3**
Testigos, edad 28 días	MPa	37,6
Módulo de rotura, 28 días	MPa	5,6
Resistencia residual (fD150)	MPa	1,2
Adherencia HRF-Asfalto (corte)	MPa	1,3 (AASHTO T323-03)

Calificación adherencia (*)	MPa	psi
Excelente	≥ 2,1	≥ 300
Muy buena	1,7 a 2,1	250 a 290
Buena	1,4 a 1,7	200 a 249
Regular	0,7 a 1,4	100 a 199
Mala	0 a 0,7	0 a 99

(*) Federal Highway Administration, *Portland Cement Concrete Overlays, State of The Technology Synthesis*, Publication N° FHWA-IF-02-045, USA, April 2002. Chapter 3, Page 9.

Puesta en obra

Extendido

- Máxima distancia de transporte: 20 km.
- Preocupación por minimizar traslado en verano.
- Asentamiento en planta ≤ 7 cm.
- Replanteo de hilos guía cada 6,25m en general.
- En lo posible se utiliza como referencia la senda adyacente ya pavimentada, utilizando el sistema de patines.
- Se evita esta práctica en transiciones de peralte.
- **Film en correspondencia con juntas e imprimación del tercio superior de la cara vertical del hormigón preexistente**.

Hilos guía o patines para senda adyacente.

GRINOR

Puesta en obra

Extendido

- Definición de áreas a bachear mediante pruebas de carga.
- La apertura de baches se realiza en coincidencia con las juntas de retracción de las futuras losas.
- En este caso los hilos guía se replantearon con estacas cada 7,20 m, o se ajusta la longitud de la losa a un mínimo de 1,50 m.
- Espesor del bache: total o parcial (20 cm o superior).
- Apertura de baches y pavimentación en la misma etapa que el recrecido.

Bacheo cambiando sección de diseño.

Puesta en obra

Extendido

- Sincronización de tareas: producción; transporte; colocación del Hº.
- Comunicación fluida: planta – frente de pavimentación – operadores del tránsito.
- El Hº se distribuye directamente desde el camión sobre la calzada texturizada y limpia.
- Asentamiento en el frente de pavimentación: 2 a 3 cm.
- Mini pala cargadora, para distribución inicial y facilitar alimentación.
- Carga necesaria para producir la extrusión del hormigón y permitir el vibrado.
- El exceso de material puede hacer que la máquina trabaje como topadora, lo que induce a irregularidades.

Distribución con Bobcat.

Puesta en obra

Extendido

Tren de pavimentación.

Velocidad de avance: entre 1,0 y 1,5 m/min.

Puesta en obra

Extendido

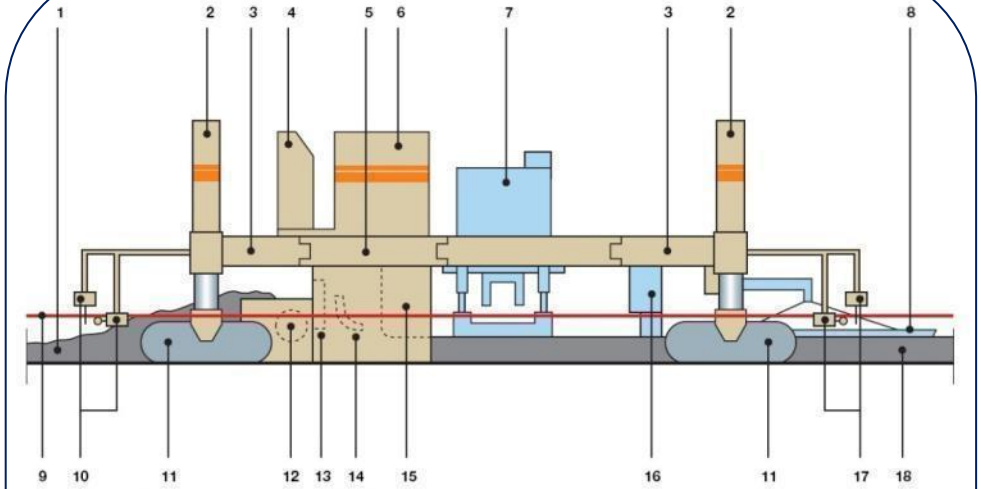
- Texturado con arpillera húmeda en sentido longitudinal, solidaria a la pavimentadora.

- Terminación. Aplicaciones manuales mínimas para la terminación. Solo para contingencias en lo posible.

- Posibilidad de ejecutar las banquinas con TAR.

Puesta en obra

Extendido



1 Hormigón suministrado
2 Modificación de la altura
3 Viga pivotante
4 Tablero de mando (girable)
5 Bastidor básico
6 Unidad de accionamiento
7 Equipo para colocar pasadores DBI
8 Regla alisadora longitudinal
9 Alambre conductor
10 Palpador para la nivelación y dirección delanteras
11 Tren de orugas
12 Sin fin de distribución
13 Rascador de pared delantera
14 Vibradores
15 Encofrado de hormigón (dispositivo de moldeado)
16 Regla alisadora transversal
17 Palpador para la nivelación y dirección traseras
18 Capa superior de hormigón

- Pavimentadora de moldes deslizantes.
- Compactación con vibradores de inmersión incorporados en el equipo de extendido.
- Distribución transversal del material mediante tornillo sin fin o cuchilla de distribución.
- Compuerta de alimentación.

Pavimentadora Wirtgen SP 500

FAJA DE PRUEBA
Asentamiento = 4 a 5 cm

SEGUNDA FAJA DE PRUEBA
Asentamiento = 2 a 3 cm

Evaluación de la uniformidad del HRF compactado

Luego del tendido de la segunda faja de prueba, se extrajeron muestras de HRF, una en los 5 cm superiores, con contenido total de fibra (micro + macro) de 3,4 kg /m3 y otra en los 5 cm inferiores, con un valor de 3,1 kg/m3. Los resultados son adecuados y de este modo se estableció el rango de trabajo, ubicándose el asentamiento objetivo de 2 a 3 cm, para estas condiciones de trabajo.

Puesta en obra

Curado

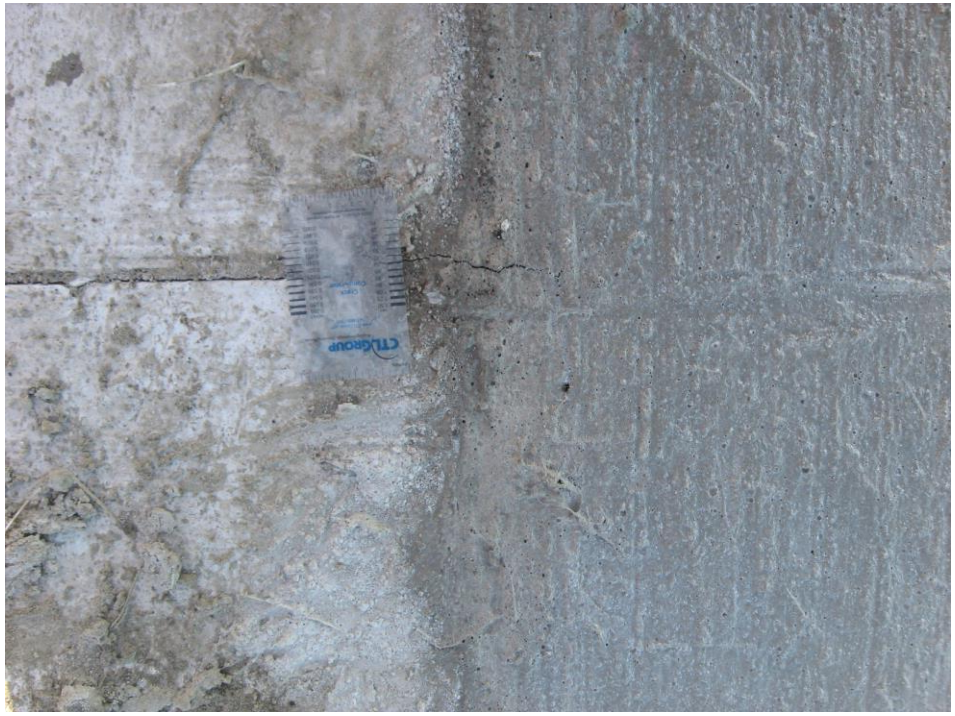
- Antisol blanco: membrana química de resinas en base solvente.
- Aplicación inmediata en todo el ancho incluyendo bordes.

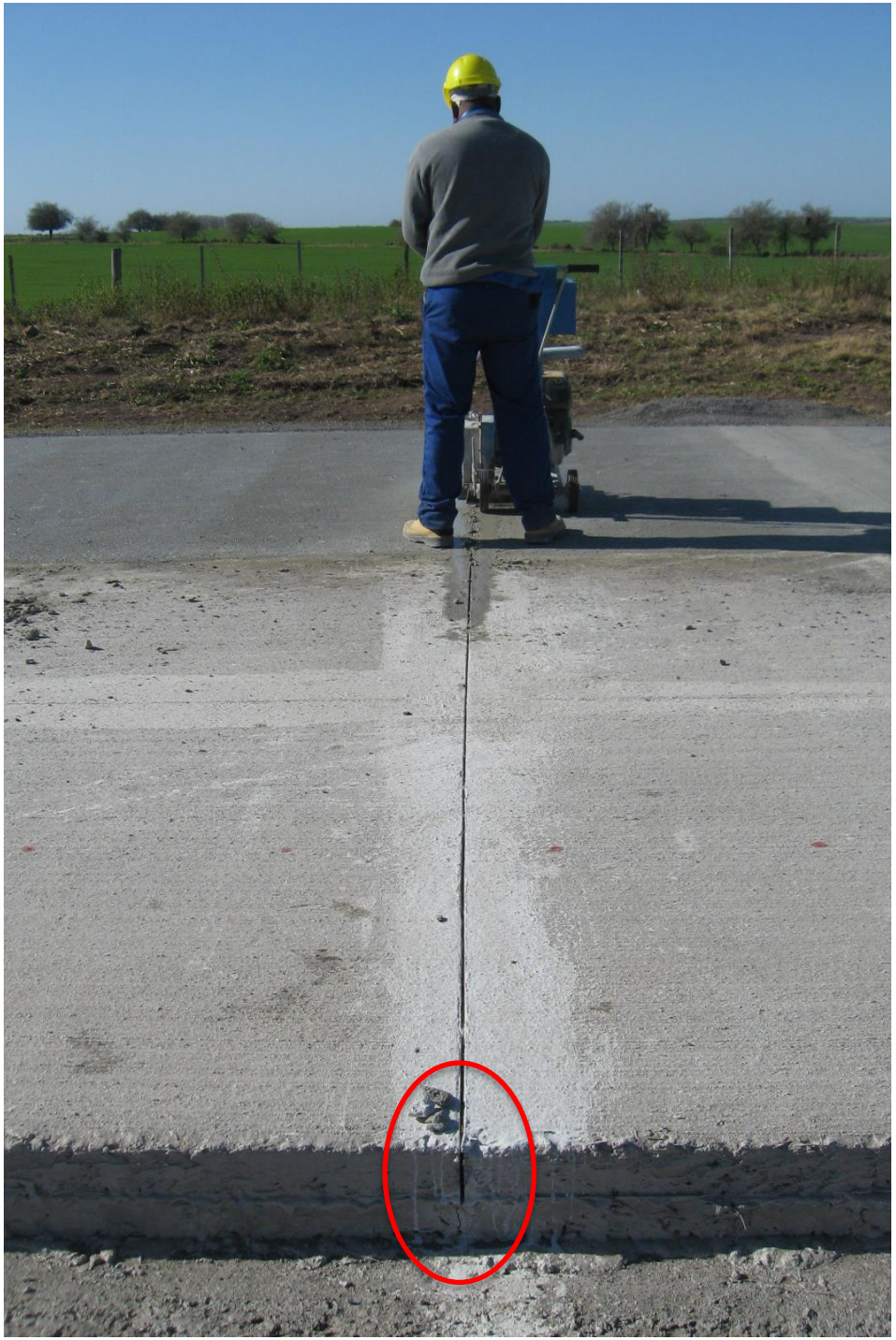
- Carro autopropulsado.
- Boquillas reguladoras ≈ 200 g/m^2, disposición longitudinal aplicación transversal, solape de 30 cm.
- Metodología de contingencia: mochilas.

Puesta en obra

Aserrado

- La longitud de aserrado es 3 m lineales por metro de senda pavimentada.
- En las condiciones típicas se corta con tres o cuatro equipos a la vez.
- En condiciones de tiempo frío se corta con un solo equipo extendiéndose por hasta por 24 hs el inicio del aserrado.
- Es importante la logística para el suministro de agua, debido al desvío por el carril con sentido único alternativo.
- Se dispone de 6 cortadoras livianas y otras 2 para cortes profundos.

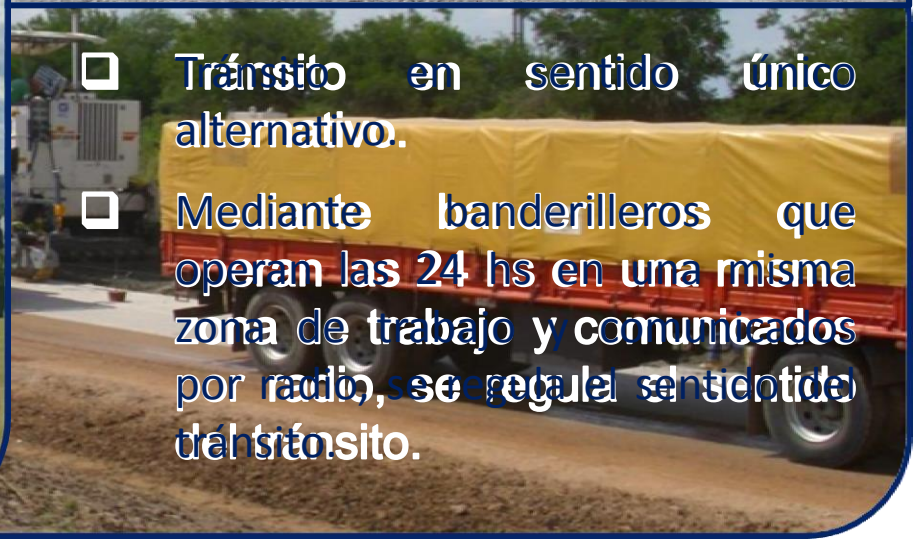




Puesta en obra

Manejo del tránsito

- El ancho de pavimentación permite que la circulación se realice sin inconvenientes.



- Tránsito en sentido único alternativo.
- Mediante banderilleros que operan las 24 hs en una misma zona de trabajo y comunicados por radio, se regula el sentido del tránsito.

Obtención de la calidad

Consideraciones

Premisa en TAR:
UNIFORMIDAD = CALIDAD

- La gran limitante es el tráfico propio de la vía.
- Esto provoca que el tránsito de obra esté condicionado por el control de aquel.
- La distancia entre la planta de producción y el tendido pasa a ser una variable muy importante.
- En particular ésta variable, pasa a ser muy sensible en verano.
- Se mitiga ésta condición procurando procedimientos eficaces para reducir tiempos en el traslado y volcada del hormigón en estado fresco:
- Zona de maniobra de camiones libre de otras actividades, como preparación, etc.
- Eficiencia en el control del tráfico, para dar prioridad a los vehículos que transportan el hormigón.

Obtención de la calidad
Consideraciones

Premisa en TAR:
Evitar intervenciones manuales

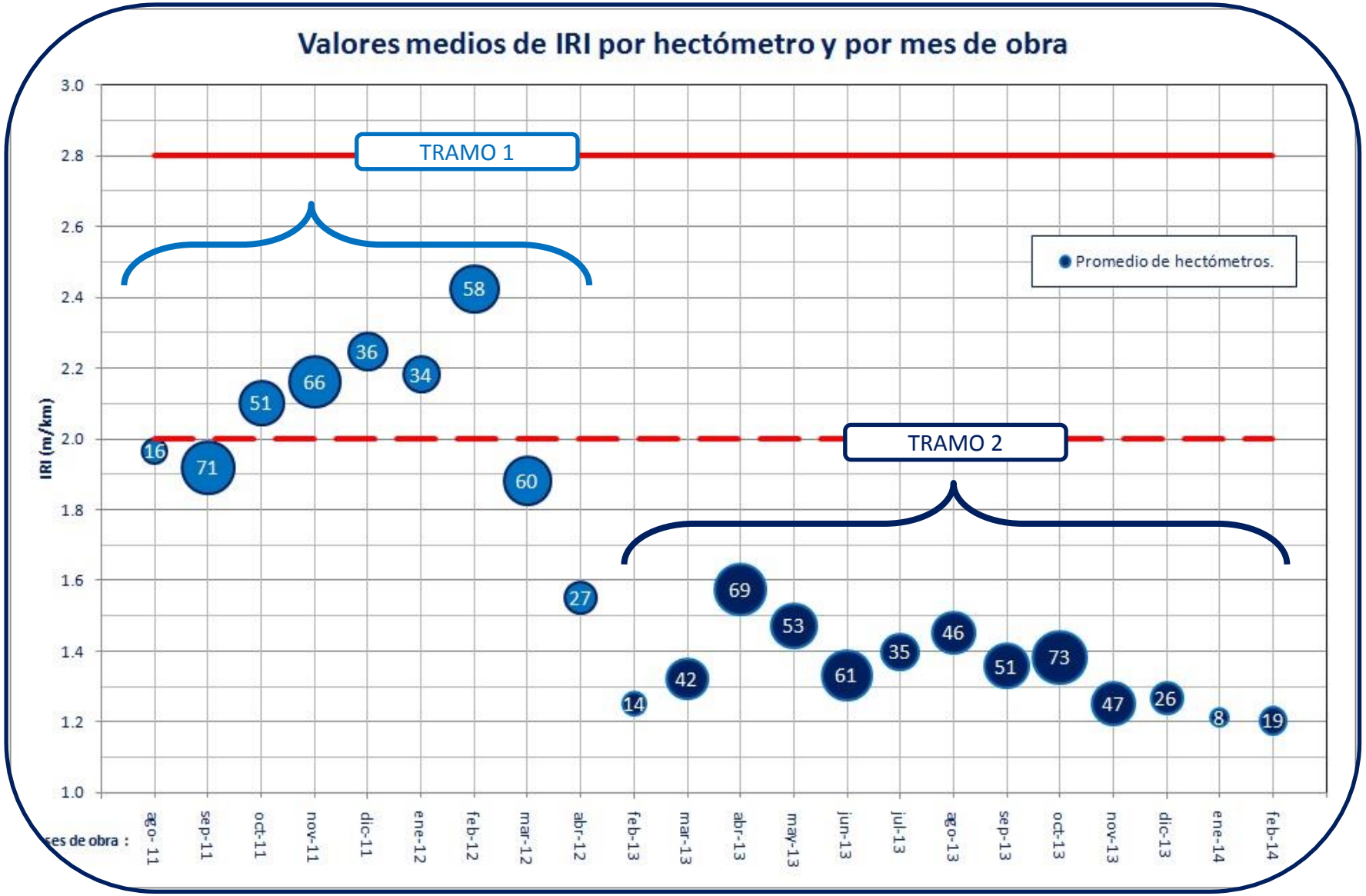
- Dependen mucho del estado del hormigón: consistencia; presencia de erizos; etc.
- El rolo de mortero que se forma delante de la regla alisadora transversal es un buen indicador .
- El período de aprendizaje en todas las etapas ha conducido a que la situación típica sea ésta última.

Evaluaciones

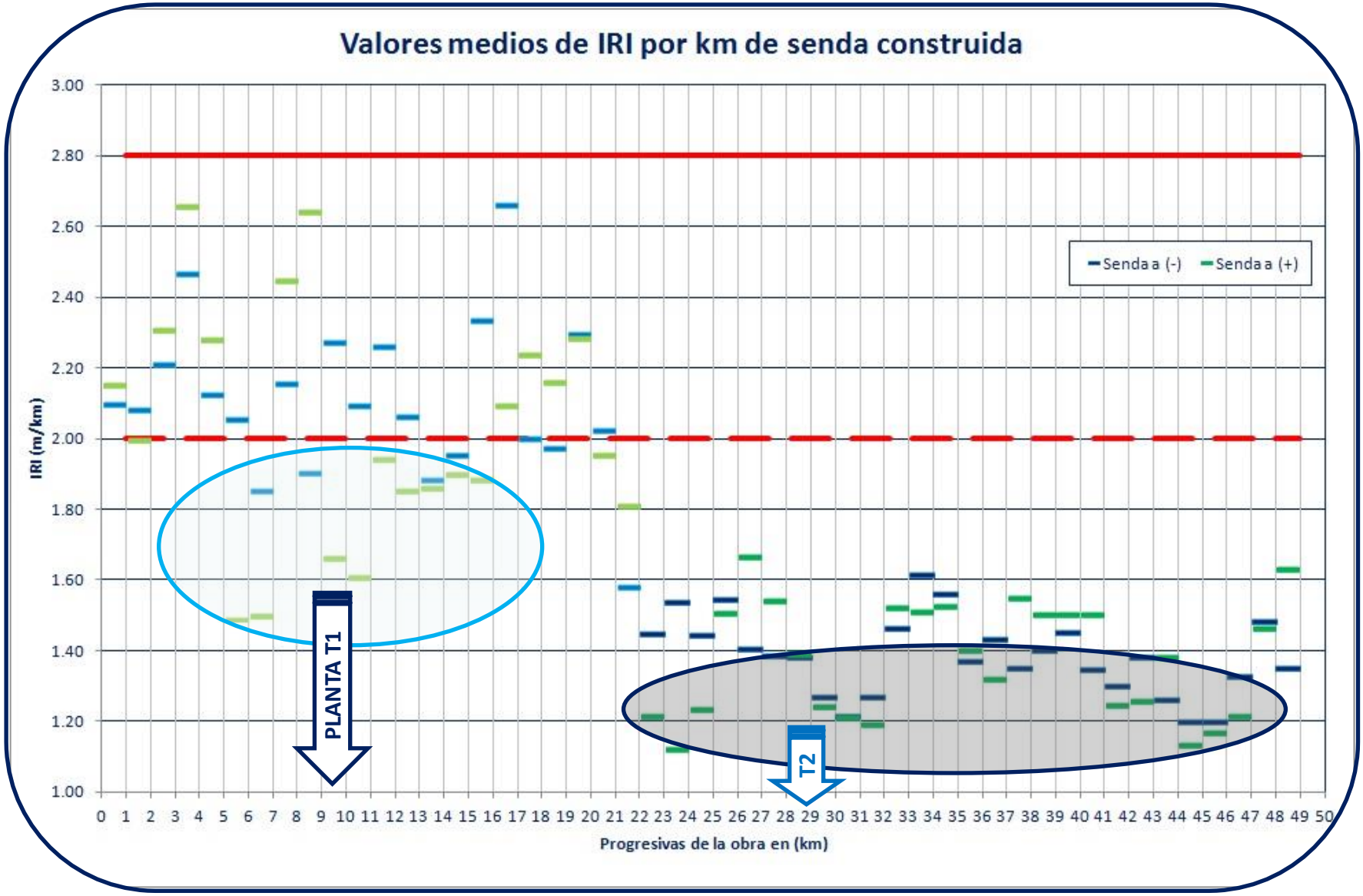
Regularidad superficial

- Necesidad de evaluar en forma permanente la calidad del trabajo, debido a la condición de rechazo en caso de superar el umbral especificado.
- Imposibilidad de hacerlo con equipos de alto rendimiento, dado que estos no son apropiados para evaluar tramos tan cortos como los de una jornada de trabajo y a pocas horas de la construcción.
- El límite impuesto para la aceptación de la obra no admitía tolerancia ninguna, por lo que se optó adquirir un equipo definido como Clase I según WB.
- Por tanto, se eligió un equipo de alta precisión que determina directamente el perfil, obteniendo así el índice de regularidad real.
- Equipo utilizado: perfilómetro pivotante Dipstick 2272. Utilizado también para calibración de los equipos de alto rendimiento.

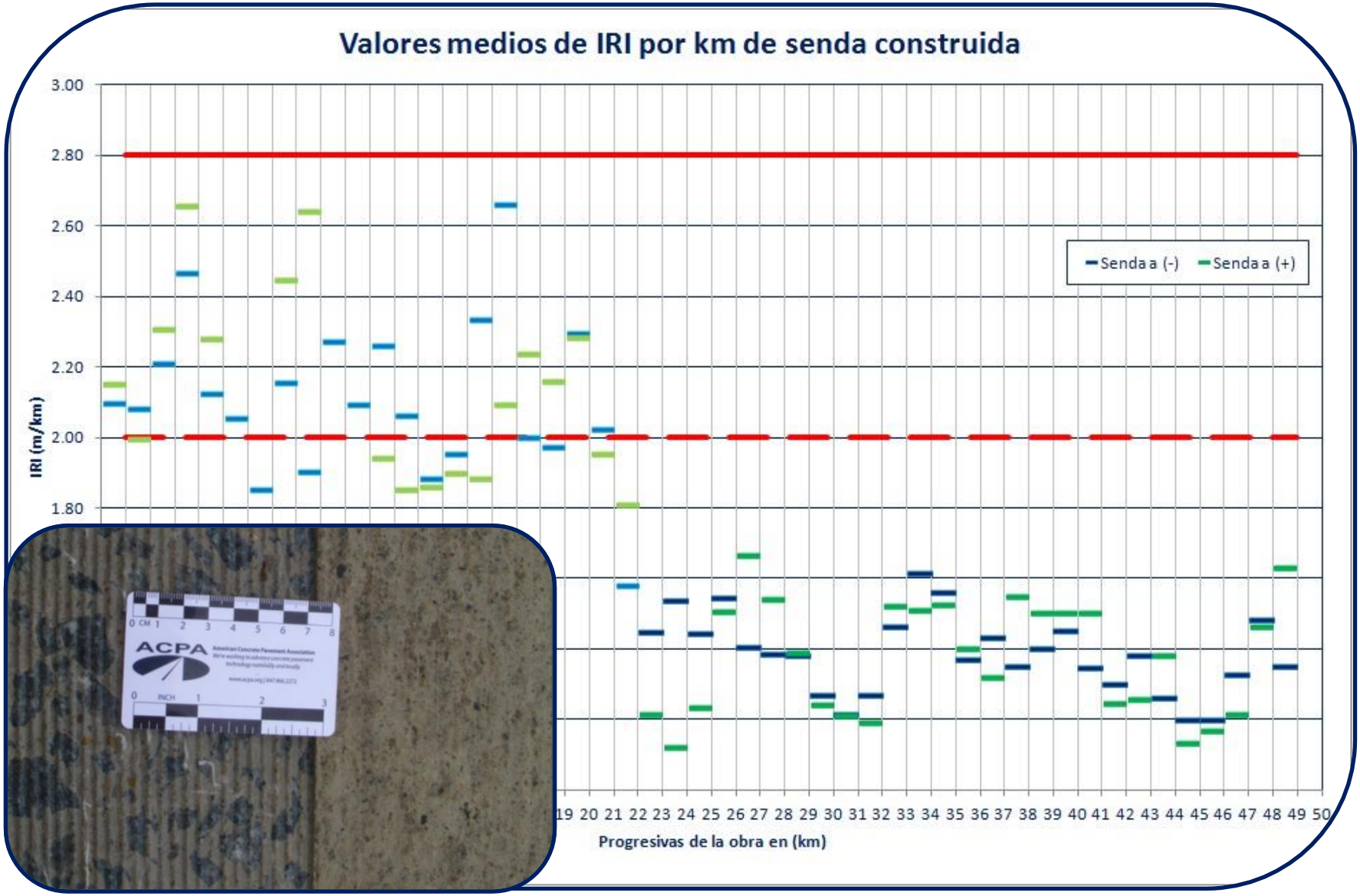
Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay



Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay

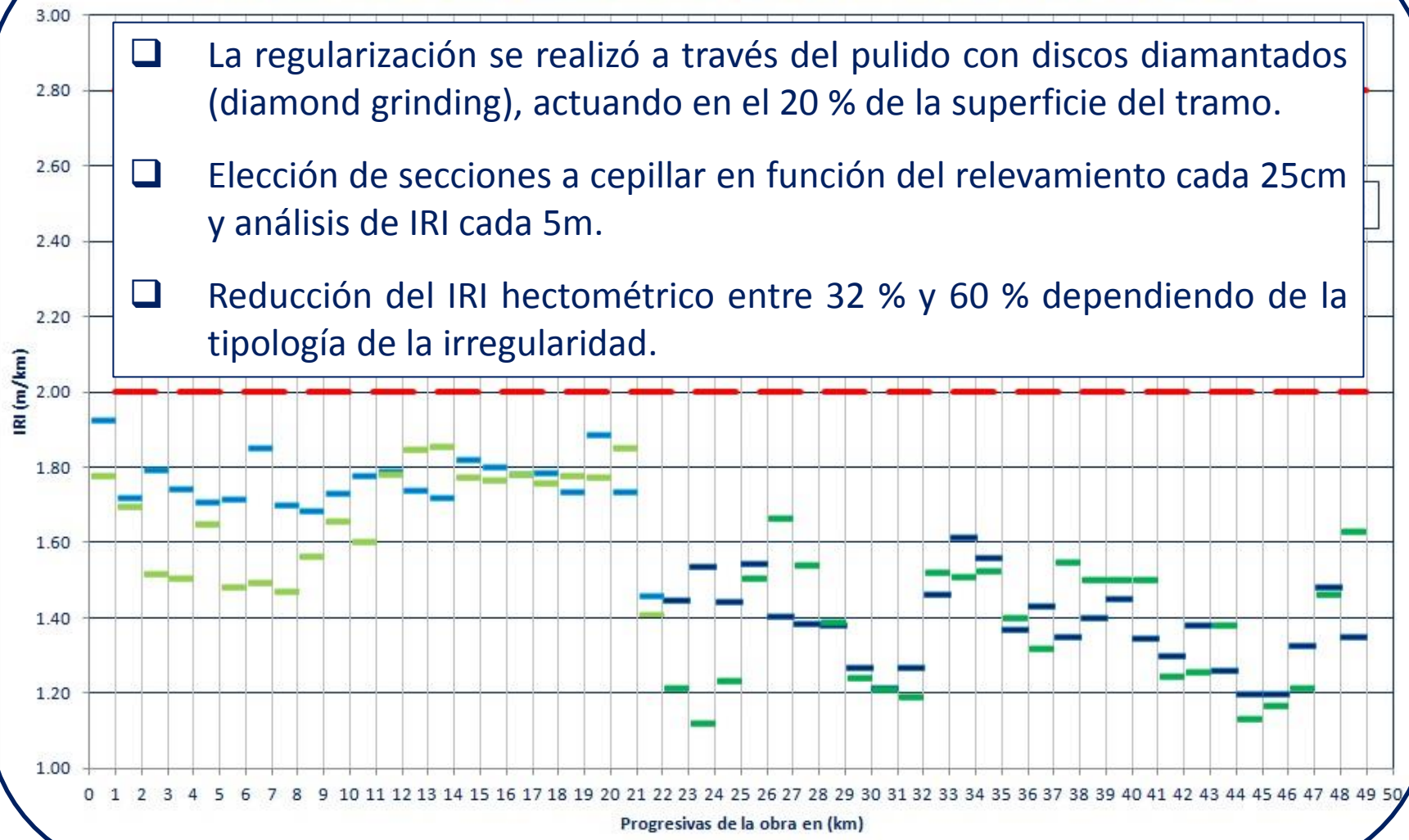


Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay

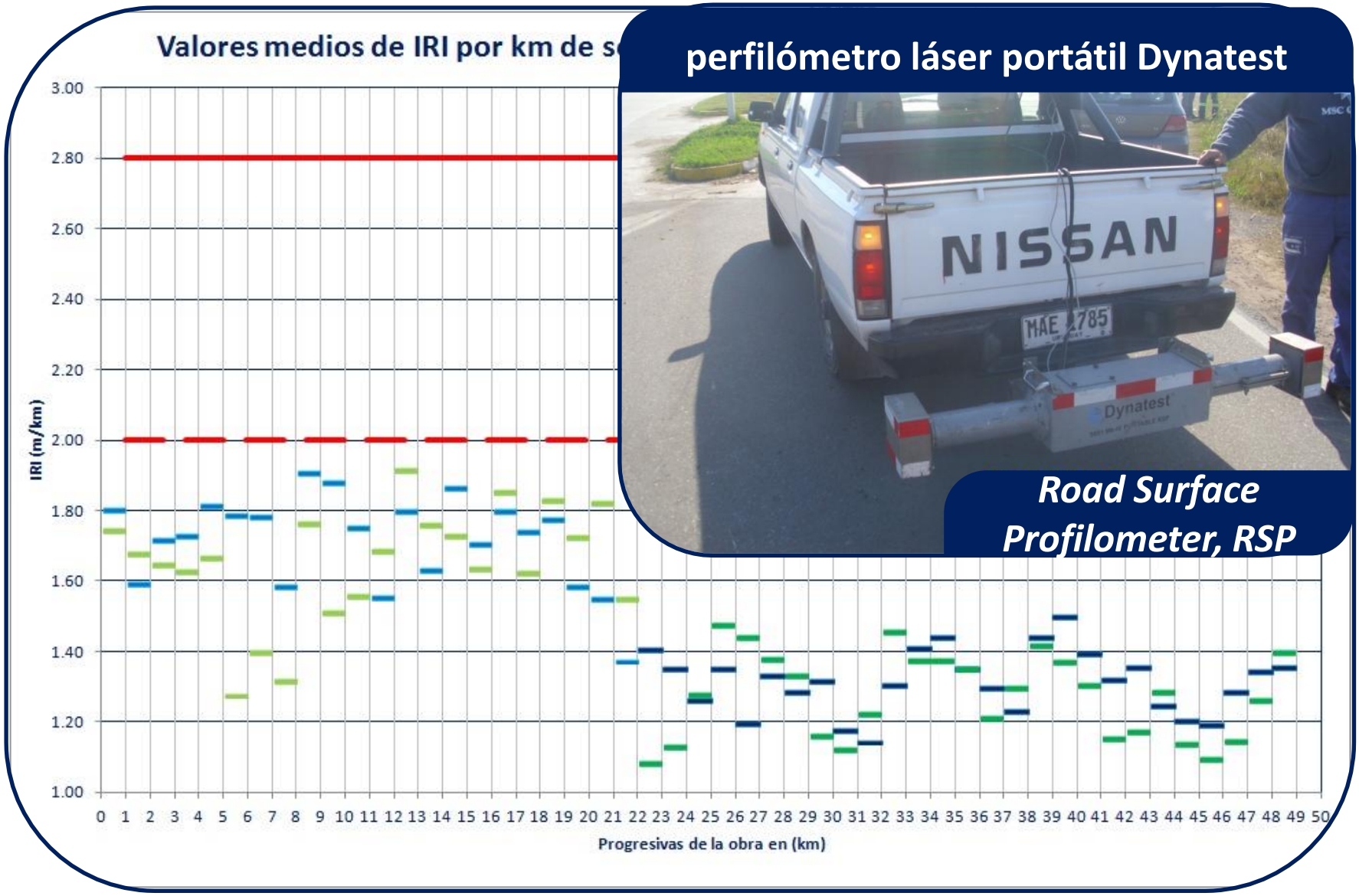


Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay

- La regularización se realizó a través del pulido con discos diamantados (diamond grinding), actuando en el 20 % de la superficie del tramo.
- Elección de secciones a cepillar en función del relevamiento cada 25cm y análisis de IRI cada 5m.
- Reducción del IRI hectométrico entre 32 % y 60 % dependiendo de la tipología de la irregularidad.



Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay



Consideraciones finales

- Apertura en la utilización de nuevas tecnologías por parte del MTOP.

- Capacitación a través de técnicos referentes a nivel mundial, a profesionales tanto de la órbita pública como privada.

- Diseño de la solución de Whitetopping con asesoramiento del Ing. Jeffery Roesler (Universidad de Illinois).

- Concientización de autoridades públicas para la presentación de ofertas en ambas alternativas

- **Trabajo en equipo**

Agradecimientos

- Inspección de Obra DNV.
- Personal de Grinor S.A.
- Personal de Cementos Artigas y Avellaneda
- Personal de EMSA y TRADINTER representantes Wirtgen.
- Personal del Instituto del Cemento Portland Argentino.

Rehabilitación Ruta 24 de Uruguay

¡¡ Gracias por su atención !!

VIALIDAD grinor