
REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS MEDIANTE RECUBRIMIENTOS DELGADOS DE ADOQUINES DE HORMIGÓN

Ing. Claudio Herrera

Gerente Promoción y Servicios Técnicos
Petroquímica Comodoro Rivadavia S.A.

M.M.O. Marcelo Hernández

Departamento Promoción y Servicios Técnicos
Petroquímica Comodoro Rivadavia S.A.
Barrio Don Bosco, Km. 8
(9003) Comodoro Rivadavia, Chubut – Argentina
Tel./Fax.: 0297-4535189
e-mail: cherrera@pcrsa.com.ar

Palabras clave: adoquines de hormigón, arena de asiento, arena de sello, microhormigón, pavimento intertrabado, rehabilitación.

1. INTRODUCCIÓN

Los pavimentos intertrabados de adoquines de hormigón están creciendo en forma sostenida en todo mundo, y hoy se puede afirmar que por cada segundo que pasa se colocan más de **1000 adoquines**. Una parte de los mismos tuvo como destino los 6,5 millones de m² colocados en puertos y patios de carga, y otros constituyen 1,2 millones de m² colocados en aeropuertos, cantidades equivalentes a 10.000 cuadras. Este significativo desarrollo está sustentado en su capacidad para resistir grandes cargas, su facilidad de reparación y bajo mantenimiento.

En la actualidad en Argentina, el empleo de los pavimentos intertrabados de adoquines de hormigón, cuyas aplicaciones urbanas constituyen una de las más importantes, está experimentando un fuerte impulso en el ámbito municipal, debido a sus ventajas técnicas, económicas y estéticas, como así también debido al **factor mano de obra**, ya que permite emplear a más gente (y con menos experiencia) que otras alternativas de pavimentos.

En la región patagónica el clima es un factor condicionante para todo tipo de obra que se realice al aire libre, lo que hace que en épocas de invierno transcurran muchos días sin que se pueda trabajar a la intemperie (período de veda). De allí que es muy importante contar con una alternativa que permita la ejecución de pavimentos, aún con temperaturas muy bajas, tal como el adoquinado de hormigón.



Esto se debe a que el elemento básico (adoquín) es un elemento premoldeado, producto de un proceso industrial, que se entrega en obra listo para ser colocado con sus propiedades finales (resistencia, baja absorción, etc.), no dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad imperantes.

Este tipo de pavimento se utiliza fundamentalmente en: calles públicas y privadas, veredas, plazas, sendas peatonales, patios, playas de estacionamiento, estaciones de servicio, centros comerciales, pisos industriales, puertos y aeropuertos. En estas aplicaciones, los adoquines han sido catalogados como ventajosos por la facilidad de dar acceso a instalaciones subterráneas, uniformidad y calidad superficial, resistencia a cargas puntuales y capacidad para tolerar asentamientos del subsuelo.

El Presente trabajo presenta las experiencias de dos obras de rehabilitación con adoquines de hormigón, de pavimentos deteriorados. Las Obras, primeras en su tipo en el país, se encuentran localizadas en las ciudades de El Calafate y Puerto Santa Cruz, distantes 300 y 200 km respectivamente, de la ciudad de Río Gallegos, capital de la Provincia de Santa Cruz.

2. PAVIMENTOS REHABILITADOS

2.1. Ciudad de El Calafate

En este caso se rehabilitó, mediante un recubrimiento con adoquines de hormigón, la avenida de ingreso a la localidad que presentaba en general un deterioro importante. El recubrimiento se realizó sobre el pavimento de hormigón existente en una superficie aproximada de 8.400 m².

2.2. Ciudad de Puerto Santa Cruz

También en esta localidad se realizó un recubrimiento con adoquines de hormigón, en la avenida principal por la cual se ingresa a la ciudad. Se rehabilitaron 16.000 m² de pavimentos de hormigón deteriorados en la avenida principal, y 4.000 m² más repartidos en distintas calles con deterioros en pavimentos de hormigón y pavimentos asfálticos. En la mayoría de los casos los pavimentos a rehabilitar tenían 28 años de edad.



2.3. Consideraciones sobre las soluciones adoptadas

En ambas obras los pavimentos existentes presentaban zonas con deterioros importantes, que en el caso del hormigón se trataba de, pérdida de varios centímetros de espesor, agregados expuestos, descascaramientos y roturas en zonas de juntas. En los casos de pavimento asfáltico existente se presentaban ahuellamientos pronunciados, desgaste, pérdida de carpeta y baches.

La importancia de estas vías deterioradas, dado su característica de únicos ingresos a las localidades mencionadas, llevó a plantearse la necesidad de su reconstrucción, al menos en algunos sectores, o su reacondicionamiento para devolverles las condiciones de transitabilidad originales.

Las posibilidades que se plantean en estos casos pasan por:

- Construir un pavimento nuevo, demoliendo el viejo
- Reacondicionar y reforzar el pavimento existente mediante un recapado. En este caso las alternativas que se presentan son:
 - Recubrimiento delgado de hormigón
 - Recubrimiento de asfalto
 - Recubrimiento de adoquines de hormigón

Frecuentemente, y no siendo necesario modificar el trazado, aparece como más económico reacondicionar el pavimento antes que su reconstrucción. Máxime en los casos que se describen, dónde los deterioros no eran tan severos desde el punto de vista estructural, y en el caso de los pavimentos de hormigón las losas no presentaban hundimientos. Esto, por ejemplo, hubiera llevado a la necesidad de efectuar recalces de losas con los consiguientes mayores costos.

Considerando lo antedicho y que el pavimento existente presentaba valor residual como estructura resistente, la solución adoptada fue reacondicionar lo existente en lugar de construir un pavimento nuevo.

Para reacondicionar los pavimentos existentes, se optó por realizar un recubrimiento con adoquines de hormigón. Esta variante resultó técnica y económicamente más beneficiosa debido, entre otras cosas, a:

- Utiliza elementos premoldeados de hormigón, lo que permite efectuar las tareas en condiciones climáticas adversas, debido a la zona y época del año en que se iba a desarrollar parte del trabajo. Se acorta la “veda invernal”, habitual en estas zonas durante varios meses. Esto les permite a las empresas contratistas seguir certificando unidades de obra, lo que atenúa los costos fijos.
- Posibilita la generación de importante cantidad de mano de obra local, sin necesidad de especialización.

REHABILITACION DE PAVIMENTOS MEDIANTE RECUBRIMIENTOS DELGADOS DE ADOQUINES DE HORMIGON



- Posibilita la realización de los trabajos de manera segmentada, habilitando al tránsito en forma inmediata al finalizar la colocación, sin ocasionar mayores trastornos a la circulación de los vehículos.
- No requiere gran equipamiento para su materialización.
- Al no conformar una capa continua, las fisuras ó grietas que pudieran tener los pavimentos de base, no se reflejan en la superficie.
- Tiene un alto valor residual, al poder reutilizar los adoquines si se interviene el pavimento.
- Tiene un alto valor estético, pudiendo combinar adoquines de colores para marcar distintas zonas, como sendas peatonales, estacionamientos, y generar figuras.
- Tiene un mínimo mantenimiento, y se puede realizar en áreas pequeñas generando mínimas interferencias al tránsito.
- Debido a que su superficie está formada por pequeños segmentos, el pavimento intertrabado actúa como reductor natural de velocidad, muy apreciable en zonas residenciales. Este tipo de superficies mejoran la seguridad del peatón al deslizamiento y de los vehículos al patinaje, sobre todo en época invernal debido a la presencia de hielo.

2.4. Secuencias Constructivas

Previo al inicio del recapado, se realizaron inspecciones de los pavimentos existentes para observar el estado de los mismos. Estos análisis son necesarios para determinar el valor estructural residual, que se puede considerar en la materialización del recapado, por cuanto las capas del pavimento viejo y del nuevo pasan a formar un pavimento compuesto.

Agrietamientos y descascaramientos, junto con el grado de asentamiento medido en milímetros, son los factores que condicionan el estado de un pavimento rígido, a lo que se debe sumar los ahuellamientos para el caso de los pavimentos flexibles.

Los pavimentos en cuestión no presentaban deformaciones (hundimiento de losas) ni agrietamientos significativos. Los deterioros estaban dados por descascaramientos y erosión superficial, incrementado en las juntas por sucesivos ciclos de congelación y deshielo y falta de mantenimiento de las mismas. Estas condiciones permitieron considerar al material como bueno, desde el punto de vista estructural, para ser utilizado como base del recubrimiento.

Sobre el pavimento existente, se colocó un microhormigón (agregado de tamaño máximo de 10 mm.) para restituir el gálibo original de la calle, ó modificarlo si fuera necesario, reparar baches y proceder al relleno de las juntas entre losas. Esto último se realiza para evitar que la arena de asiento de adoquines se pierda por las juntas.

REHABILITACION DE PAVIMENTOS MEDIANTE RECUBRIMIENTOS DELGADOS DE ADOQUINES DE HORMIGON

Una vez reacondicionada la superficie y conformado el gálibo definitivo, se continuaba con el proceso típico de construcción de un pavimento intertrabado, esto es, distribución y nivelación de la cama de arena, colocación de adoquines, sellado con arena y limpieza final. En la Figura 1 se indican los pasos típicos del proceso constructivo.

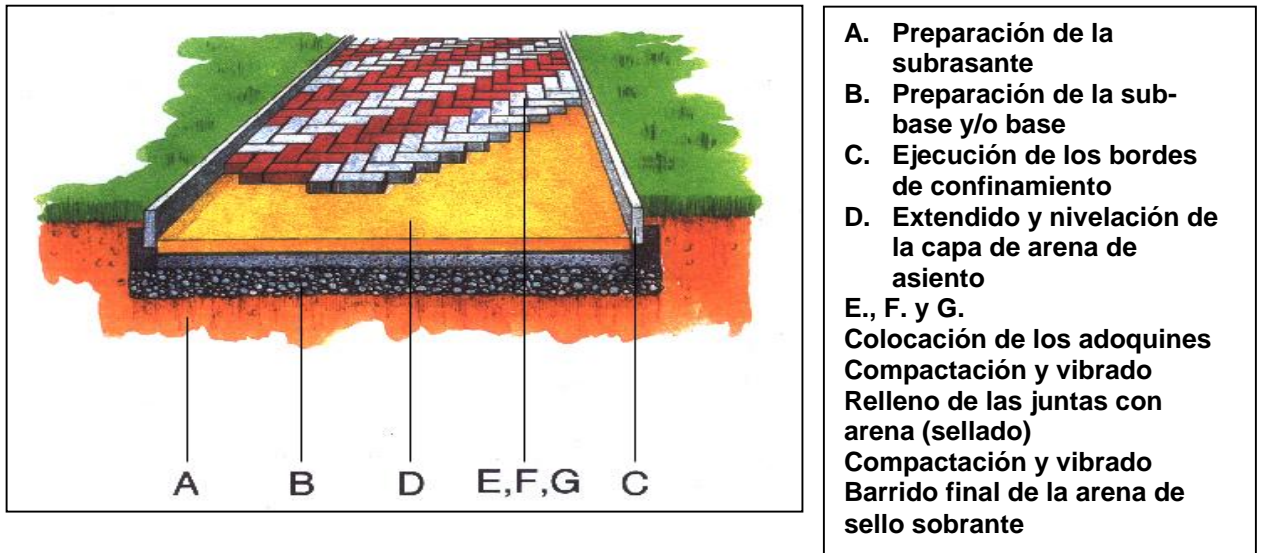


Figura 1: Proceso Constructivo de un Pavimento Intertrabado

Debido a que se estaba en presencia de bases “impermeables”, pendientes escasas y con la limitación del espesor final del recubrimiento, se determinó disminuir la altura de la arena de asiento de 4 a 3 cm en estado suelto, para terminar en 2 cm después de la compactación.

Se colocaron adoquines de hormigón de 6 cm. de espesor, modelo “unistone”, en patrón “espina de pescado” (ver Figura 2). Este patrón de colocación es considerado uno de los más adecuados, para su aplicación en calles y pavimentos industriales, debido a que resiste el desplazamiento relativo tanto en sentido longitudinal como transversal. La utilización de adoquines de 6 cm. respondió a la necesidad de no perder el cordón cuneta, quedando un cordón de 7 cm. de altura una vez finalizado el recubrimiento.



Figura 2: Adoquín modelo “unistone” – Patrón “espina de pescado”

Los adoquines de hormigón eran del tipo I según norma IRAM 11656, es decir aquellos para utilizar en las calzadas de los pavimentos en la vía pública, aeropuertos, puertos, patios de carga, etc. Pertenecer al tipo I implica contar con resistencias a compresión mayores de 45 Mpa como promedio, y ningún valor individual menor de 40 Mpa.

Los confinamientos en general estaban dados por el cordón existente, habiendo tenido que reconstruirse más de 1000 m. lineales de cordones de hormigón deteriorados, previo a la colocación de los adoquines. Se utilizaron también confinamientos metálicos, formados por perfiles angulares de alas iguales de 3 x 3” x 4 mm de espesor, anclados al pavimento existente por medio de fijaciones metálicas. Este tipo de confinamiento se utilizó con dos aplicaciones diferentes:

- a. Habilitación temporaria al tránsito en bocacalles, en El Calafate y Puerto Santa Cruz.
- b. Mantener los niveles más bajos de badén existente, en Puerto Santa Cruz.

El sobrenivel, de unos 8 cm., que se generó con los pavimentos existentes en zonas aledañas al recubrimiento, se resolvió mediante rampas de transición que se materializaron de la siguiente manera:

- a. Escarificado y desbastado con martillo neumático en un ancho de 1 m. con un espesor variable desde 0 hasta 7 cm. Se buscaba hacer coincidir el final de la rampa con una junta del pavimento existente.
- b. Nivelación y reconstitución del gálibo con suelo-cemento.

REHABILITACION DE PAVIMENTOS MEDIANTE RECUBRIMIENTOS DELGADOS DE ADOQUINES DE HORMIGON

c. Materialización del recubrimiento de adoquines de hormigón.

En la Figura 3 se indican las características de una rampa de transición, como las materializadas en Puerto Santa Cruz. En El Calafate, debido a que se ejecutaron menor cantidad de rampas, se resolvieron anclando un riel al pavimento existente a modo de confinamiento de los adoquines y se completó el desnivel con material asfáltico adherido con EM 1.

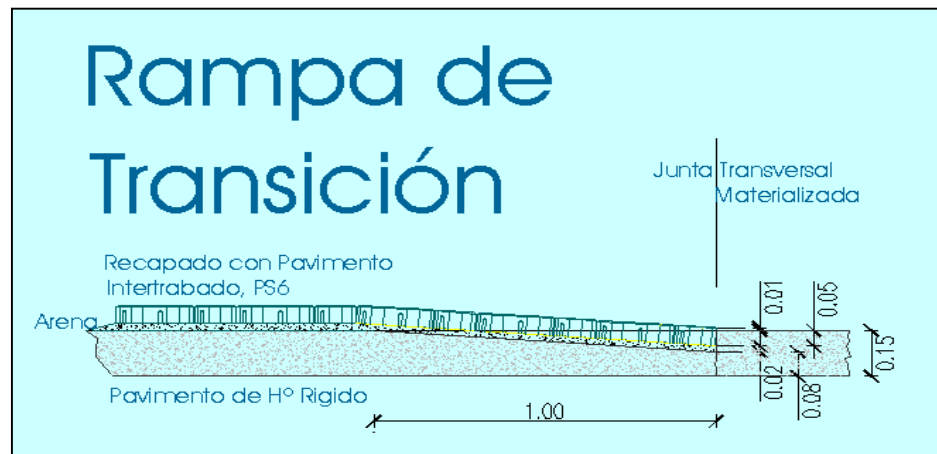


Figura 3: Transición pavimento rehabilitado – pavimento existente

Por tratarse en ambas obras de la rehabilitación de su avenidas de acceso, era primordial resolver los trabajos sin afectar la circulación de vehículos. Para ello se aprovecha la flexibilidad, de este tipo de pavimentos, de poder construirse en forma segmentada y habilitarse al tránsito inmediatamente después de terminado un tramo.

Las etapas constructivas se resolvieron de la siguiente manera:

- El Calafate: se materializó el recapado primero en un sentido a lo largo de toda la avenida, se habilitó al tránsito y después se ejecutó el recapado en el otro sentido. En los tramos entre boulevares se colocaron perfiles metálicos, a modo de confinamientos, para poder entrar y salir del tramo habilitado.
- Puerto Santa Cruz: En este caso se resolvieron simultáneamente ambas manos hasta incluir la bocacalle, se habilitó y se continuó de la misma manera en la cuadra siguiente y así sucesivamente.

En la Figura 4 se indican las etapas constructivas.

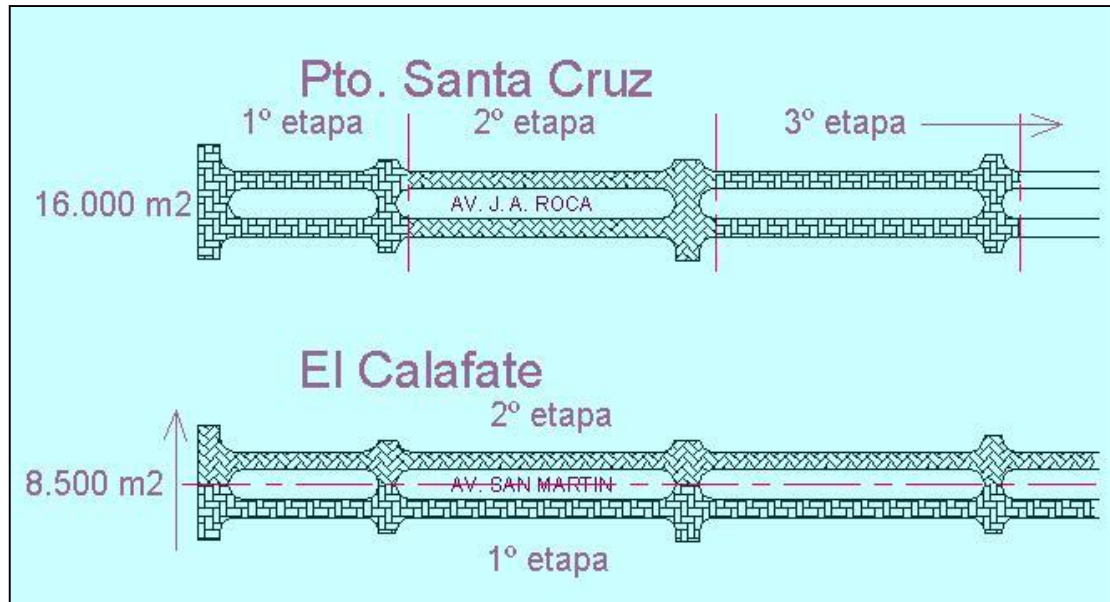


Figura 4: Etapas Constructivas

Para los ingresos y egresos de los tramos habilitados, en algunos casos, se materializaron rampas provisionales con confinamientos metálicos y suelo-cemento para salvar el desnivel, sin escarificar en estos casos el pavimento existente.

Las arenas de asiento y para sello provenían de la costa del lago, en el caso de El Calafate, sin ningún tratamiento especial.

Para Puerto Santa Cruz, la arena de asiento debió ser transportada desde la localidad de Río Gallegos, distante 200 km, debido a que la disponible en la zona era fina y con un gran porcentaje fuera de los límites granulométricos recomendados. Para el sellado sí se utilizó arena de la zona, la que debió ser sometida casi en su totalidad a un tamizado y secado importante, previo a su utilización.

El disponer de arena seca es fundamental para poder realizar un buen sellado, una de las etapas clave para el buen funcionamiento de los pavimentos intertrabados de adoquines de hormigón. Para poder contar con arena seca fue necesario secarla bajo techo mediante fuego, debido a su alto contenido de humedad, producto de precipitaciones intermitentes y alta humedad relativa reinantes durante el transcurso de la obra.



Las pendientes existentes en la obra de Puerto Santa Cruz son extremadamente pequeñas (aprox. 0.17% y menores), y por debajo de las mínimas recomendadas. Esto lleva a que el agua escurra muy lentamente, generándose lagunas que muchas veces terminan desapareciendo por evaporización. Para contrarrestar ésta situación, está previsto la construcción de tres o cuatro drenes verticales por cuadra y por sentido de circulación, situados en las veredas.

El valor arquitectónico que adicionan estos pavimentos no está dado solamente por la trama que forman los adoquines, sino también por la combinación de colores que se utilizaron para materializar sendas peatonales y reductores de velocidad.

2.3. CONSIDERACIONES FINALES

Los recubrimientos con adoquines proveen una alternativa económica de mejorar la resistencia y la apariencia de pavimentos deteriorados.

El costo de estos recapados es frecuentemente mucho más bajo que remover y reconstruir el pavimento.

El recubrimiento con adoquines de hormigón puede efectuarse tanto sobre pavimentos de hormigón como sobre pavimentos de asfalto.

Esta variante de recapado resultó técnica-económicamente más ventajosa, debido entre otros motivos, a:

- La posibilidad de trabajar aún con bajas temperaturas, sin temor a que la obra se suspenda durante el período “de veda” invernal, habitual en la patagonia sur durante varios meses.
- Habilitación al tránsito en forma inmediata, una vez concluída la colocación, incluso en forma parcial de manera de no interrumpir el tránsito en ningún momento.
- Se puede construir fácilmente en etapas, a lo largo ó a lo ancho de las vías.
- Permite generar empleo y crear desarrollo local, esta tecnología es muy simple, por lo que no se requiere personal altamente calificado. Esta opción es muy atractiva considerando el desempleo que existe en muchos municipios del interior del País.
- Necesita muy poco mantenimiento.
- Tiene un alto valor residual, al poder reutilizar los adoquines si se interviene el pavimento.
- Tiene un alto valor estético, pudiendo combinar adoquines de colores para marcar distintas zonas, como sendas peatonales, estacionamientos, y generar figuras combinando distintos colores y patrones de colocación.

Si bien en el caso de Puerto Santa Cruz el tránsito al que va a estar sometido no es numeroso, en El Calafate durante la temporada alta (octubre a mayo) ingresan unas 70.000 personas sobre los 7.000 habitantes de la ciudad.

Los ejemplos más importantes de rehabilitación de pavimentos con adoquines en el mundo, se han dado en vías sometidas a grandes esfuerzos, como: patios de contenedores, depósito de cargadores, puertos, caminos con tránsito intenso de camiones.

En algunos Países como el Reino Unido, la rehabilitación de pavimentos ocupa una parte importante en el mercado de adoquines de hormigón.

Según datos de la Asociación Argentina del Bloque de Hormigón (AABH), en Argentina, la capacidad instalada para producir adoquines de hormigón de alta calidad, es de aproximadamente **2.800.000 m² por año**. Esto significa una disponibilidad de adoquines para rehabilitar pavimentos equivalente a **3.600 cuadras por año**, ó dicho de otra manera **300 cuadras por mes**.

4. PROVISIÓN DE MATERIALES, PROYECTOS Y EJECUCION

	El Calafate	Puerto Santa Cruz
Proyecto	I.D.U.V. Instituto de Desarrollo Urbano y Vivienda, Santa Cruz.	I.D.U.V. Instituto de Desarrollo Urbano y Vivienda, Santa Cruz.
Ejecución	Palma Construcciones S.R.L.	Gotti Hnos / C & C S.R.L.
Inspección	I.D.U.V.	I.D.U.V.
Adoquines de Hormigón	Petroquímica Comodoro Rivadavia S.A. (PCR S.A.)	Petroquímica Comodoro Rivadavia S.A. (PCR S.A.)
Asesoramiento y Asistencia Técnica en Obra	Depto. de Promoción y Servicios Técnicos PCR S.A.	Depto. de Promoción y Servicios Técnicos PCR S.A.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- “Manual Norteamericano para diseño de Pavimentos para Puertos. John Knapton, David R. Smith - Memorias 3º Taller Internacional de Pavimentación con Adoquines de Concreto. Colombia, mayo de 1998.
- “Diseño de espesores para pavimentos de Adoquines de Concreto” – Notas Técnicas Instituto Colombiano de Productores de Concreto. I.C.P.C., Colombia.
- “Diseño de pavimentos de Adoquines de Concreto para diferentes condiciones de tráfico”. Ing. Germán Madrid –XI Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos.
- Normas IRAM 11656 y 11657
- “Rehabilitación de Pavimentos usando Adoquines de Hormigón”. J. Knapton, N. Nixon.
- “Introducción de los Adoquines de Concreto en los Aeropuertos y Puertos Colombianos”. Germán G. Madrid, Luis F. Vesga - 2º Foro Interamericano de Pavimentos de Concreto, Brasil, agosto 1999.
- “Pavimentos Intertrabados de Adoquines de Hormigón generan empleo en la patagonia y otras regiones del País”. Ing. C. Herrera, M.M.O. M. Hernández, Ing. T. Gordillo – Revista Cemento N° 26, setiembre 2000.
- “Pavimentos Compuestos: Promisoria alternativa para la rehabilitación de pavimentos”. Ing. Mario Aubert – Revista Carreteras N° 163, marzo 2001.
- “Pavimentos de Adoquines. Manual de Diseño y Construcción”. Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón.
- Apuntes del Seminario Internacional dictado por Allan Dowson en Buenos Aires, noviembre de 1999.
- Informes propios Petroquímica Comodoro Rivadavia S.A. (PCR S.A.)

6. FOTOS

6.1. El Calafate



Estado del pavimento de hormigón previo al recapado.

Distintas Etapas del proceso constructivo:
Colocación del microhormigón para reparar y nivelar / colocación de la cama de arena / colocación de adoquines



Sendas peatonales y reductor de velocidad con adoquines de colores

Confinamiento metálico. Perfil angular anclado al pavimento.



Vista general de un tramo terminado.

6.2. Puerto Santa Cruz



Estado del pavimento de hormigón previo al recapado.

Esparcido de la arena de asiento y colocación de adoquines





Tamizado y secado de arena para sello



Aspecto de un tramo terminado