

Innovación en Pavimentos de caminería rural, nuevas tecnologías y Pruebas experimentales en el marco del nuevo PCR.

- **Introducción**
- **Justificación**
- **Resultados esperados**
- **Pruebas experimentales**
- **Etapas de Seguimiento**

Introducción:

El presente informe se realiza con la finalidad de presentar al Banco Interamericano de Desarrollo un breve resumen del tema.

El mismo se realiza en el marco del nuevo Programa de Caminería Rural, el cual se administra desde el presente año en el ámbito del Fondo de Desarrollo del Interior, OPP, Presidencia de la República.

Dentro de algunas modificaciones que se están implementando, se promueven algunos criterios técnicos que apunten a optimizar el uso de los fondos y las inversiones.

Justificación:

Históricamente los planes de caminería han atendido la red vial rural con obras de mantenimiento y/o soluciones técnicas de bajo costo, priorizado la cantidad de km a ejecutar por sobre la calidad y durabilidad de las mismas.

Dicha estrategia no distingue las diferentes realidades en cuanto a los flujos de tránsito que circulan en cada tramo y por tanto ha sido adecuada para los tramos con bajo volumen de tránsito.

En los tramos con alto volumen de tránsito la realidad indica que las intervenciones de bajo costo terminan siendo inadecuadas.

El rápido deterioro que experimentan estos tramos requiere que los mismos sean atendidos permanentemente generando altos costos de mantenimiento para lograr condiciones apenas aceptables.

Si se contabilizan dichos costos en un determinado período de tiempo, del orden de 2 años en adelante, seguramente se tengan inversiones mayores a las que insumiría ejecutar un paquete vial de mayor porte, ajustado al volumen de tránsito que circula.

Teniendo en cuenta éste concepto, se busca promover e implementar, en aquellos tramos que así lo justifiquen, un cambio de estándar, es decir soluciones viales más durables, de mayor costo inicial pero significativamente más económicas en el mediano y largo plazo.

Otro hecho de gran importancia, asociado a la ejecución de pavimentos rurales radica en las dificultades que actualmente aparecen para disponer de materiales adecuados (tosca o balasto) para usar en la conformación de las estructuras de pavimento. Se trata de un recurso que ha sido usado indiscriminadamente durante años tanto por las IIDD como por las Empresas ejecutoras de obras viales. En determinadas zonas del País la escasez del material se comienza a vislumbrar y es un gran problema, particularmente porque encarece significativamente las obras, especialmente en aquellos casos con largas distancias de transporte.

Como hecho asociado a ésta problemática, se presenta la complejidad que implica para las IIDD realizar todo el trámite administrativo ante Dinama y Dinamige para obtener la habilitación de uso, siempre y cuando se haya acordado con el propietario del terreno la compra del material.

Resultados esperados

Desde el punto de vista económico financiero se han realizado algunos estudios preliminares y los resultados obtenidos motivan a tener en cuenta este tipo de soluciones más durables.

En el anexo se muestra a modo de ejemplo el cuadro de flujos comparativo para dos posibles soluciones viales, una de las de uso habitual, consistente en recargo de tosca, y la otra del tipo de bases mejorada mediante adición de cemento Portland para un período de tiempo de 3 años.

Además de las soluciones tradicionales que mejoran y generan un cambio de estándar, se está en proceso de prueba de nuevas tecnologías, más económicas, que mejoran las propiedades físicas y químicas de los pavimentos haciéndolos más durables. Este tema se desarrolla en detalle más adelante.

Desde el punto de vista ambiental, se espera reducir en forma importante la explotación de las canteras de tosca o balasto.

Sin dudas, el hecho de ejecutar soluciones más durables redundará en una reducción del consumo de tosca necesaria para atender los continuos recargos que se deben realizar para mantener en condiciones aceptables los diferentes tramos que conforman las redes viales departamentales.

Pruebas experimentales

Con el objetivo de probar nuevas tecnologías se están ejecutando 2 pruebas experimentales, una en el Departamento de Paysandú y otra en el Departamento de Artigas.

Dichas pruebas, coordinadas y acordadas entre OPP y las respectivas Intendencias, contarán con la supervisión y el control de calidad de la Facultad de Ingeniería.

Básicamente, las mismas consisten en aplicar sobre un determinado tramo, con flujo vehicular constante (sin ramales y/o cruces de otros caminos) diferentes productos y técnicas, algunos más tradicionales y otros de reciente aparición en el mercado nacional.

De ésta forma, las intervenciones a realizar han considerado, la preparación de las bases sobre las cuales se realizará un recargo granular, la limpieza integral de faja y la conformación de cunetas laterales y la reparación y construcción de alcantarillas.

Finalmente, sobre el tramo conformado, se realizarán las aplicaciones de mejoramiento de base con los diferentes productos y aditivos.

La prueba de Artigas consta de un tramo de 8 km ubicado en el Camino a Cuchilla Belén con inicio en el cruce con la Ruta Nacional Nº 4.

Las aplicaciones previstas son las siguientes:

- 2 Km de estabilizado con cemento portland
- 2 km de aditivo mejorador de base de tipo enzimático
- 2 km de aditivo mejorador de base del tipo polímero

Además, se dejarán sin aplicación ambos extremos de 1 km cada uno de forma de poder tener un patrón de comparación (ver imagen google en anexo)

La prueba de Paysandú consta de un tramo de 8 km ubicado en el Camino Constancia con inicio en el extremo sobre la Ruta 3 a 4 km del cruce con la Ruta Nacional Nº 3.

Las aplicaciones previstas son las mismas y de forma similar a las de la prueba de Artigas. En éste caso la diferencia radica en el tipo de suelo de las capas de base sobre las cuales se realizará la aplicación.

En el anexo se muestra la imagen google correspondiente a este Proyecto.

Consideraciones técnicas y análisis a realizar

*** Estructura prevista**

El espesor de capa de base considerado en todos los casos es del orden de 15 a 20 cm. Sobre dicha capa se realizan las aplicaciones de los aditivos.

*** % de finos del 20% mínimo**

El % de material fino (pasa tamiz 200) debe ser del orden del 20% como mínimo. Los aditivos actúan sobre ésta matriz de material fino, otorgándole mayor cohesión y consolidación.

De ésta forma se logra retener y mantener esta componente de la capa de base que es la más susceptible al tránsito, al agua y al viento.

Por otra parte, la matriz gruesa es la que brinda poder soporte a la estructura. En la medida que se fijen los finos, se evita la pérdida de los gruesos y por lo tanto se logra mantener la composición original de la estructura, generando de esta forma una mayor durabilidad.

*** Tránsito**

El volumen de tránsito no se ha considerado en la etapa de proyecto.

Por tal razón y dado que en la etapa de seguimiento (post ejecución) si se podrá realizar una medición continúa del mismo, se prevé realizar una estimación teórica de durabilidad de la estructura al final de la prueba.

*** Análisis de durabilidad absoluto**

Este análisis consiste en comparar, en base a la medición del tránsito durante la etapa de seguimiento, la durabilidad de acuerdo al cálculo teórico y comparar dicho valor con la durabilidad real del pavimento.

*** Análisis de durabilidad relativo**

En éste caso se pretende comparar el comportamiento de cada uno de los sub- tramos, entre si y en relación con los tramos testigos.

De ésta forma se podrá realizar la comparación de la durabilidad de cada sub- tramo en relación con los demás y de esa forma poder definir cuál ofrece mejor comportamiento.

Etapas de seguimiento – actividades previstas

*** Recorridos técnicos mensuales**

Se realizarán por parte de los técnicos de OPP y la FING de forma de poder comprobar in situ el estado de la estructura en cada tramo.

*** Ensayos de laboratorio (FING) cada 2 meses**

Se prevé realizar básicamente ensayos de densidad y granulometría a efectos de ir monitoreando la conservación de las diferentes fracciones del suelo en cada uno de los sub- tramos y compararlas con la composición inicial del mismo.

*** Medición del tránsito durante el tiempo de prueba**

La medición del tránsito será realizada en coordinación con el MTOP a través de dispositivos satelitales durante todo el período de seguimiento o prueba.

*** Control y mantenimiento de tramos testigos**

Los tramos testigos oficialán de patrón de comparación con los sub- tramos mejorados con aditivos. Por otra parte, se prevé ir realizando tareas de mantenimiento sobre los mismos durante el período de prueba.

Dichos trabajos serán cuantificados económicamente y serán un dato relevante en la comparativa final de costos.

*** Evaluaciones periódicas**

Las evaluaciones periódicas serán realizadas en base a las inspecciones visuales y a lo que determinen los ensayos que se irán realizando. De ésta forma, se podrán ir haciendo evaluaciones parciales las cuales serán la base para elaborar las conclusiones finales.

*** Cierre de etapa de seguimiento y evaluación final**

El cierre de la etapa de seguimiento será definido una vez que se den por finalizadas las pruebas. De acuerdo al estado de conservación que presenten los pavimentos, se dará fin al período de prueba una vez que se observe un deterioro de tal magnitud que genere dificultades para la circulación de vehículos.

Anexos:

- Cuadro de flujos comparativo (recargo simple vs recargo estabilizado)
- Detalles Prueba de Artigas
- Detalles Prueba de Paysandú
- Características y tipos de los aditivos a utilizar

Flujo de fondos comparativo - Recargo granular vs Recargo granular cementado

Análisis preliminar

Costos (US\$) promedio para (1Km x 6m ancho) en cada opción

	Inversion inicial
Alternativa I - Pavimento granular:	984.000
Alternativa II - Pavimento granular cementado:	2.034.000

Alternativa I - Pavimento granular:

	Año	0	1	2	3	
Hipotesis:	Inversión	-984.000				
* Tasa de interés anual 10%	Egresos	0	0	0	0	
* Período de análisis: 3 años:	Mantenimiento:		-590.400	-590.400	-590.400	
* Inversión inicial (\$) 984.000	Beneficios					
* Mant anual: bacheo del 30% c/6 meses	Valor Rescate				492.000	
* Reconstrucción: no se considera	Costo Neto	-984.000	-590.400	-590.400	-98.400	
* Valor de rescate: 50% inv inicial	Actualiz.	-984.000	-536.727	-487.934	-73.929	-2.082.591

Alternativa II - Pavimento granular cementado:

	Año	0	1	2	3	
Hipotesis:	Inversión	-2.034.000				
* Tasa de interés anual 10%	Egresos	0	0		0	
* Período de análisis: 3 años:	Mantenimiento:		-101.700	-101.700	-101.700	
* Inversión inicial (\$) 2.034.000	Beneficios					
* Mant anual: bacheo del 5% anual	Valor Rescate				1.017.000	
* Reconstrucción: no se considera	Costo Neto	-2.034.000	-101.700	-101.700	915.300	
* Valor de rescate: 50% inv inicial	Actualiz.	-2.034.000	-92.455	-84.050	687.678	-1.522.826

Observaciones:

- 1 - Los costos definidos para las obras de mantenimiento surgen de acuerdo a la experiencia para este tipo de obras.
- 2 - No se considera el incremento de precios anuales de los costos de mantenimiento (ajuste paramétrico anual)
- 3 - No se consideran los beneficios asociados a las mejores condiciones para la circulación en la Alternativa II

** Considerando 2 y 3 aumenta la conveniencia de la alternativa II.

Prueba de Artigas, Camino Cuchilla Belén

Ubicación: Camino Cuchilla Belén / a 13 km al sur de la Localidad de Campamento / Dpto de Artigas / inicio de tramo experimental en cruce con Ruta 4

Descripción de la prueba: 8 Km (6 mejorados)

Tipo de aditivos a colocar: aditivos enzimáticos, aditivos con polímeros, cementados

Estado de avance actual: en ejecución

Características del lugar: suelos granulares gruesos con bajo % de finos (del orden del 5%)

La preparación del material de base se ha realizado adicionando material fino del tipo limo arcilloso de forma de alcanzar un 20% en el total de capa (% mínimo requerido para la aplicación de los aditivos).

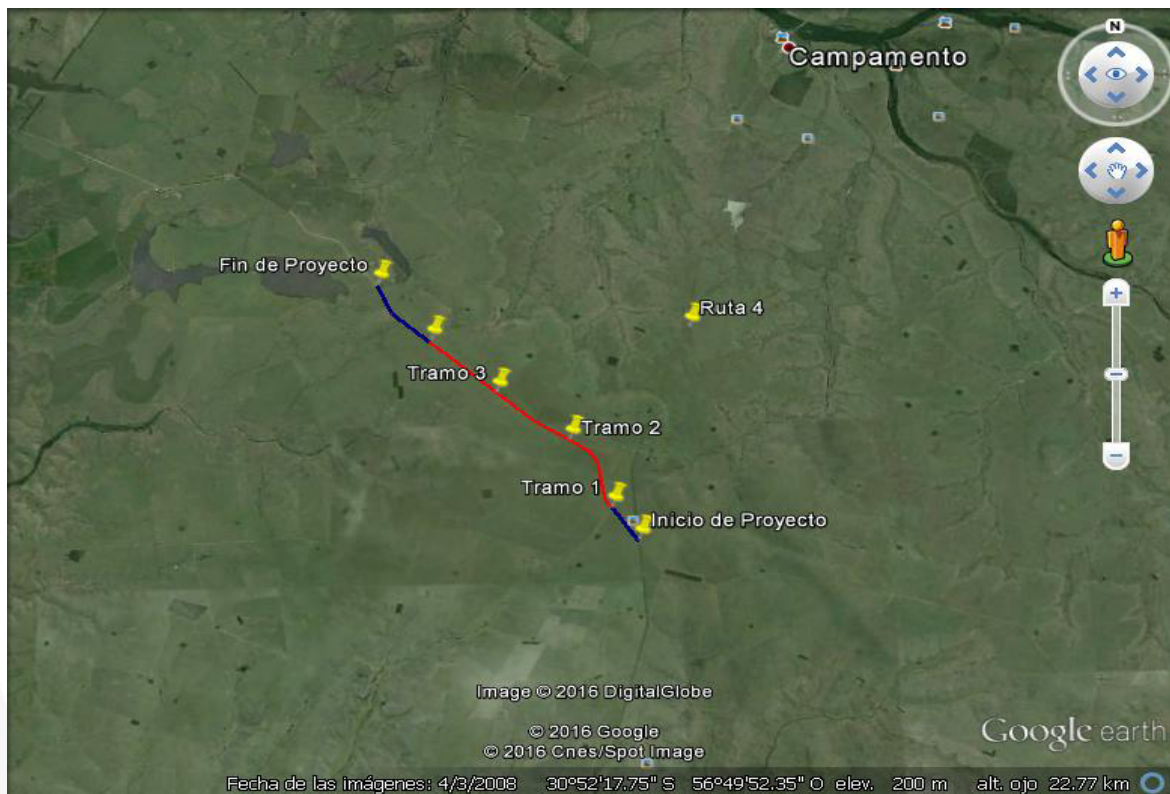


Imagen Google – En azul tramos testigo, en rojo tramos con aditivos

Vista del tramo Camino Cuchilla Belén, previo a la ejecución



La Prueba de Paysandú, Camino Constancia

Ubicación: Camino Constancia / a 13 Km al norte de la Ciudad de Paysandú / inicio de tramo experimental a 4km del cruce con Ruta 3.

Descripción de la prueba: 8 Km (6 mejorados)

Tipo de aditivos a colocar: aditivos enzimáticos, aditivos con polímeros, cementados

Estado de avance actual: Proyecto (inicio de obra previsto para fines de mes de Marzo)

Características del lugar: suelos limo arcillosos con alto % de finos.

La preparación del material de base se ha realizado conformando el suelo existente y adicionando material con las mismas características al existente. Se trata de suelos con importante % de finos por lo cuál no es necesario modificar la constitución del mismo.

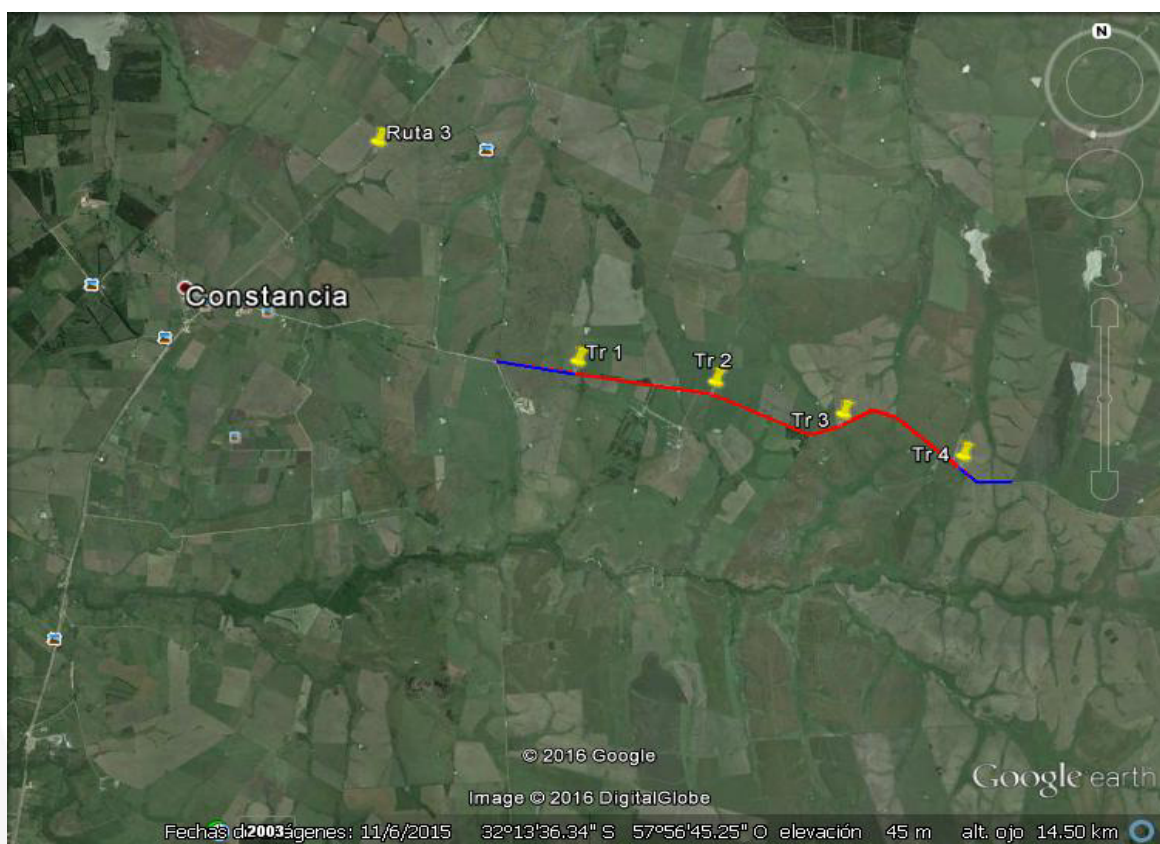


Imagen Google – En azul tramos testigo, en rojo tramos con aditivos

Vista del tramo Camino Constanca, previo a la ejecución



Características y tipos de los aditivos de prueba

- * Aditivos enzimáticos (medio orgánico + urea+ cloruro de calcio)
Acción: biocementación – proceso químico que genera calcita en los intersticios
Aplicación: en solución de agua

- * Aditivos con polímeros (polímeros + sales inorgánicas + tensoactivos)
Acción: impermeabiliza, estabiliza y liga las partículas de suelo
Aplicación: en solución de agua

- * Cementados (Cemento Pórtland)
Acción: aumenta ligazón entre partículas de suelo
Aplicación: en seco y después se riega (mezclado en sitio o con equipo combinado)

En todos los casos los productos accionan sobre la matriz fina del material de base.

Ing. Civil Francisco Sorribas

Asesor técnico
Fondo de Desarrollo del Interior
Descentralización e Inversión Pública
Oficina de Planeamiento y Presupuesto