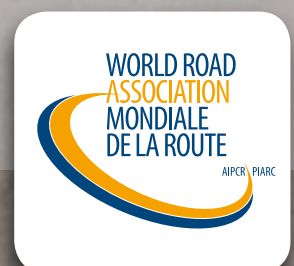


# GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LA MEJORA DE CAMINOS RURALES

Comité técnico 2.5

*Sistema de Carreteras Rurales y Accesibilidad a las Zonas Rurales*

Asociación mundial de la Carretera



# **SOBRE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA**

*La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR) es una organización sin fines de lucro establecida en 1909 para mejorar la cooperación internacional y fomentar el progreso en el ámbito de las carreteras y el transporte por carretera.*

*El estudio objeto del presente informe se definió en el Plan Estratégico de la AIPCR de 2012-2015 aprobado por el Consejo de la Asociación Mundial de la Carretera, integrado por representantes de los gobiernos nacionales miembros. Los miembros del Comité Técnico responsable de este informe fueron nominados por los gobiernos nacionales miembros debido a sus competencias especiales.*

*Las opiniones, resultados, conclusiones y recomendaciones expresadas en esta publicación son las de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de sus entidades o agencias matrices.*

*Este informe está disponible en la página web de la Asociación Mundial de la Carretera: <http://www.piarc.org>*

*Copyright por la Asociación Mundial de la Carretera. Todos los derechos reservados.*

*Asociación mundial de la Carretera (AIPCR)*

*Tour Pascal B, 19e étage*

*92055 La Défense CEDEX, FRANCE*

*Número Internacional Normalizado para Libros (ISBN): 978-2-84060-418-1*

*Portada © CT 2.5*

# **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LA MEJORA DE CAMINOS RURALES**

Comité técnico 2.5

*Sistema de Carreteras Rurales y Accesibilidad a las Zonas Rurales*

Asociación mundial de la Carretera

## **AUTORES Y AGRADECIMIENTOS**

Este informe ha sido elaborado por el Comité Técnico 2.5 *Carreteras rurales y Accesibilidad* de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC).

El Comité Técnico estaba dirigido por Roberto SANDOVAL (Bolivia), siendo Paola VILLANI (Italia), Dumisani NKABINDE (África del Sur) y José Alfonso BALBUENA CRUZ (México) los secretarios francófona, anglófono e hispanohablante respectivamente.



# RESUMEN EJECUTIVO

2016R33ES

## GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y LA MEJORA DE CAMINOS RURALES

Dentro del programa de trabajo del Comité Técnico 2.5 para el periodo 2012-2015 de la PIARC, se propuso desarrollar líneas comunes de políticas para nuestros países, establecer un modelo de gestión de mantenimiento y mejora de caminos rurales con parámetros que sean una respuesta lo más cercana a las necesidades reales de las comunidades incluyéndolas en todo el proceso para lograr una aportación de parte de todos.

El objetivo establecido fue promover políticas públicas orientadas a dar sostenibilidad a los caminos rurales, garantizando la gestión para un adecuado mantenimiento y mejora de los mismos, generando condiciones para el desarrollo integral de las poblaciones del área rural.

En este contexto se definieron tres estrategias, y en este reporte técnico analizaremos la referente a la Gestión del Mantenimiento y la Mejora de Caminos Rurales.

**ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. MARCO DE REFERENCIA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y MEJORA DE CAMINOS RURALES.....</b>	<b>4</b>
<b>3.- POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO. CASOS DE ESTUDIO.....</b>	<b>5</b>
3.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES A TRAVÉS DE MICROEMPRESAS EN NICARAGUA. ....	6
3.2. UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA LOCAL EN EL MANTENIMIENTO DE LA RED RURAL EN MÉXICO. ....	11
3.3 MANTENIMIENTO VIAL POR CONVENIO, CASO PARAGUAY.....	15
3.4 GENERACIÓN DE EMPLEO A TRAVÉS DEL SISTEMA DE MICROEMPRESAS FOVIAL, CASO EL SALVADOR. ....	19
3.5 RESULTADOS OBTENIDOS.....	22
3.6 FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DEL PROGRAMA (FODA) .....	22
3.7 RECOMENDACIONES .....	23
<b>4.- INNOVACIONES TECNOLÓGICAS, EN LA CONTRIBUCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES.....</b>	<b>24</b>
4.1.- SOSTENIBILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE. ....	24
ESTUDIO PILOTO EN MÉXICO.....	24
4.2. IMPLEMENTACIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, CASO MÉXICO .....	26
4.3 LA EXPERIENCIA EXITOSA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL. CASO SALVADOR.....	28
4.4 EMPLEO DE CLORURO PARA CONSERVAR CAMINOS NO PAVIMENTADOS, CASO CHILE.....	30
<b>5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>6.- REFERENCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante este periodo el Comité Técnico 2.5, se realizaron 7 reuniones y 3 seminarios, en ellos se presentaron diversos trabajos que fueron revisados y analizados los cuales se pretende resumir en este documento.

Analizaremos principalmente aquellos donde se presentaron mecanismos de gestión innovadores o con propuestas alternativas para involucrar a las comunidades rurales en el mantenimiento o mejora de sus caminos rurales.

Un problema que se ha venido observado durante la participación en este subcomité, sin duda ha sido la interpretación del concepto "*Caminos Rurales*". Pretenderemos analizar este punto y dejarlo a manera de discusión ya que en algunos trabajos presentados se establecen procedimientos aplicados en redes que para algunos países no son rurales, sin embargo, el procedimiento lo consideramos positivo para aplicarlo en la red rural.

Una vez que analicemos el concepto de "*Gestión del Mantenimiento y mejora de los Caminos Rurales*" pasaremos a analizar los estudios de caso aplicados principalmente en Centro América y América del Sur.

Y por último aterrizaremos algunas conclusiones que nos permitan cumplir con la estrategia definida en nuestro plan de trabajo.

## 2. MARCO DE REFERENCIA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y MEJORA DE CAMINOS RURALES.

–¿Qué es una carretera? ¿Qué es un camino? ¿Qué es un camino rural?

Durante este tiempo de trabajo en el comité técnico observo que la definición de estos conceptos para muchos ingenieros es constantemente confundido.

Por ello, comenzaremos este documento técnico estableciendo bajo qué definición estaremos analizando las diversas experiencias de los países que participan en este Comité Técnico.

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos.

De acuerdo con el diccionario de la lengua española, un camino es una vía de tierra por donde se transita habitualmente.

En este contexto, un camino se transforma en una carretera cuando mejoramos sus especificaciones técnicas y los diseñamos para soportar sobre su superficie de rodamiento vehículos con mayor peso, dependiendo del tipo de carretera.

Tenemos varios procedimientos para clasificar nuestras carreteras, por ejemplo: Nicaragua nos presenta la suya considerando su funcionalidad:

- carretera troncal principal;
- carretera troncal secundaria;
- carretera colectora principal;
- carretera colectora secundaria;
- camino Vecinal.

México maneja dos clasificaciones:

- a. una en función de su Jurisdicción (Federal, Estatal y Municipal);
- b. y otra en función de sus características Técnicas (Autopistas, Federales Troncales, Alimentadoras y Caminos rurales).

También podemos clasificarla en función de su localización geográfica:

1. urbana;
2. rural.

Consideramos que este comité deberá de enfocarse a los caminos con las siguientes características técnicas:



SUPERFICIE DE RODAMIENTO	REVESTIDA
Núm. De carriles	1
Aforo diario	Hasta 100 vehículos
Velocidad proyecto	Hasta 70 km/hr.
Pendiente máxima	13%
Ancho de corona	De 4.6 a 6.0 m

Esto no implica que dejemos fuera aquellas experiencias que se han aplicado para la red carretera con especificaciones mayores, las analizaremos para promover su utilización en la red rural.

De acuerdo con las estrategias de nuestro tema 2.5.2, este trabajo debe identificar las condiciones para el éxito en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos de los distintos programa empleados en los países miembros, para el apoyo en las zonas rurales.

Identificar cual ha sido la participación de las diversas instancias gubernamentales y no gubernamentales en la aplicación de dichos programas.

Y por último evaluar cuáles fueron las lecciones de la aplicación de estos programas en los diversos países.

En particular se planteó analizar una serie de iniciativas que durante las últimas décadas han sido lanzadas para promover el desarrollo de microempresas con la participación de las poblaciones locales en el mantenimiento y mejora de los caminos rurales.

### 3.- POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO. CASOS DE ESTUDIO.

Serge Cartier Van Diessel, en su artículo presentado en el Seminario Internacional del PIARC sobre Mantenimiento Sostenible de Caminos Rurales en Hyderabad, India del 21 al 23 de enero 2010, Microempresa basada en el Mantenimiento rutinario de caminos, La experiencia de América Latina, nos presenta una recopilación de las acciones que se están realizando en esta zona.

Con el objetivo de mejorar la calidad de sus carreteras y reducir los costos de mantenimiento rutinario, a finales de 1980 y principios de los noventa, muchos países de América Latina empezaron a cambiar el mantenimiento por administración con personal de agencia, a la subcontratación del mantenimiento de rutina de la red de carreteras.

Este movimiento fue parte de un proceso general de reforma para modernizar el sector público, disminuyendo el gasto corriente y desarrollando una mayor eficiencia mediante la participación del sector privado.

Uno de los enfoques adoptados por una gran variedad de países de la región, fue la promoción y creación de microempresas basadas en mano de obra para el mantenimiento rutinario de caminos, tanto de la red pavimentada y la red no pavimentada.

El concepto de microempresa basada en el mantenimiento rutinario de caminos fue iniciado por Colombia, donde, en 1984, junto con la OITy el PNUD, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas comenzó a experimentar con las microempresas. El programa ha sufrido varias

transformaciones y actualmente es llevado a cabo por el Instituto, Nacional de Carreteras (INVIAS), con contratos de más de 300 microempresas a través de licitación directa o competitivas para el mantenimiento rutinario de más de 14,000 kilómetros de carreteras pavimentadas, lo que equivale a casi la totalidad de la red pavimentada.

La experiencia colombiana ha servido de modelo para toda la región de América Latina, y ha sido replicado en países como Perú, Uruguay, Nicaragua, Honduras, Ecuador, Bolivia, Guatemala, Costa Rica Paraguay y el salvador.

### **¿Que son las Microempresas?**

Para Nicaragua, son organizaciones comunitarias, formadas bajo la figura jurídica de Cooperativa, con el objetivo de ejecutar obras de mantenimiento rutinario mediante la modalidad de contratos de mantenimiento por resultados.

Se utilizan contratos basados en rendimiento, los pagos se hacen sobre la base de la consecución de un conjunto de indicadores de desempeño, en lugar de la cantidad de entradas, facilitando en gran medida la administración de contratos y motivando a las microempresas para mejorar su eficiencia y eficacia.

La contratación de microempresas de mantenimiento vial rutinario ha demostrado ser una opción viable que resulta en las condiciones mejoradas del camino a lo largo del año, así como en la vida útil de las carreteras. Como consecuencia, los costos de transporte y tiempos de viaje son reducidos y las actividades económicas y los ingresos mejoran.

En México, el mantenimiento rutinario de la red rural se ha venido realizando a través de un programa de utilización de mano de obra, que a diferencia de las microempresas, no se contrata, se firman convenios de colaboración con un Comité de Participación Social que fue elegido mediante una Asamblea General Comunitaria, en la comunidad donde se localiza el camino.

En este contexto revisemos cada uno de los casos de estudio.

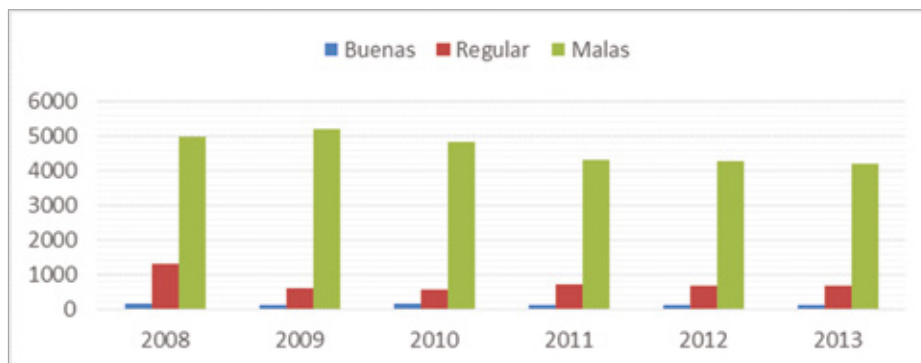
## **3.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES A TRAVÉS DE MICROEMPRESAS EN NICARAGUA.**

### **3.1.1 Introducción.**

Dentro de las políticas y estrategias que el Gobierno de Nicaragua ha considerado para la reducción de la pobreza, se encuentra el desarrollo de las zonas de potencial económico del país. Una de las maneras es impulsando el mejoramiento de la Red Vial en dichos sectores, lo que conlleva a fomentar el desarrollo integral, incrementando la productividad agropecuaria y de esta manera elevar los niveles de vida, así mismo con la ejecución de los proyectos viales se pretende alcanzar una generación de empleo temporal en las áreas de influencia de los proyectos.

### 3.1.2 Descripción de la Red Rural.

Al 2013, se contabiliza que el 84% de los caminos no pavimentados de la red vial básica, se encuentran en mal estado, esta red representa el 85.6 de la red nacional de Nicaragua (24,033.00 kilómetros).



La condición de los caminos y el transporte, son aspectos relevantes para un desarrollo sostenible a nivel de país. En donde las zonas rurales son altamente productivas y el transporte es de vital importancia, debido a que es necesaria la traspotación de los productos de las zonas a los puntos de venta a nivel nacional.

El Gobierno de Nicaragua, por medio del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), El Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV) y las alcaldías Municipales llevan la responsabilidad de administrar, mejorar y rehabilitar la red vial rural, incluyendo su mantenimiento, el FOMAV en la red vial mantenible, el MTI en la red vial básica y las municipalidades en la red vial municipal o vecinal.

En cuanto a mejorar sustancialmente el nivel de servicio de los caminos rurales se implementa la pavimentación por medio de adoquines, empedrado y para otros casos carpetas asfálticas.

Para el mantenimiento periódico y rutinario se definen diferentes metodologías y sistema de gestión por ejemplo: El MTI lleva a cabo su mantenimiento por medio de sus capacidades propias instaladas en el territorio, para llevar a cabo las obras rutinarias y periódicas.

Por su parte el FOMAV lleva a cabo las obras de mantenimiento periódico por medio de empresas privadas como resultado de una licitación competitiva, y el mantenimiento rutinario por medio de Microempresas de mantenimiento vial.

Asimismo las Municipalidades utilizan una combinación por administración directa y empresas privadas.

### 3.1.3 Programa de Mantenimiento

A continuación se describen las estrategias de atención de la rehabilitación y mejoras en los caminos rurales, bajo dos metodologías que son: I) Adoquinado, II) Empedrado y III) Mantenimiento por Microempresas Asociativas.

### I) Módulos Comunitarios de Adoquinado (MCA).

En Nicaragua, la utilización de los pavimentos de adoquines en las vías rurales ha venido incrementándose en los últimos años, esto se remonta con la experiencia que inició en 1972, después del terremoto en Managua.

Los Módulos Comunitarios de Adoquinado, son una expresión organizativa de la comunidad, cuyo objetivo fundamental es beneficiar a la población de la localidad, mediante la ejecución de obras de adoquinado, generando fuentes de empleo temporal de la población, que permitan mejorar el nivel de vida socio económico de sus pobladores; los que con el apoyo de las Alcaldías Municipales y amparados bajo la Ley de Participación Ciudadana, (No. 475, Aprobada el 22 de Octubre del 2003, Publicada en La Gaceta No. 241 del 19 de Diciembre del 2003), son potenciales sujetos elegibles para la ejecución de los Proyectos de Mejoras del Transporte Rural.

La ejecución de obras bajo la modalidad de contratación de Módulos Comunitarios de Adoquinado (MCA), ha resultado beneficiosa en vista que con los montos asignados a cada contrato de construcción con los MCA, se ejecutan las obras y se alcanzan otros beneficios esperados como:

- la producción de adoquines y su colocación en el lecho de la vía son trabajos intensivos que requieren mucha fuerza laboral;
- se consumen menos insumos importados que para otras técnicas del tratamiento del suelo para carreteras;
- la terminación del ciclo de proyecto necesita menos apoyo logístico y gerencial debido a la simplicidad de los adoquines;
- los caminos requieren reducir de forma radical los niveles de mantenimiento posteriormente.
- se hace poco uso de equipos costosos y pesados durante la ejecución o el mantenimiento posterior;
- no hay utilidades para los integrantes de los MCA, sino que todos los recursos contratados son invertidos en obras y
- no se contrata supervisión externa, porque se coordinan los Ingenieros Supervisor del MTI, Supervisor de la Municipalidad y el Presidente de MCA para la ejecución de las obras.

#### **Fortalezas importantes para el programa de adoquinado:**

- está dirigido a proporcionar los beneficios de los pavimentos de adoquín (el transporte asegurado todo el tiempo) en áreas rurales y al mismo tiempo se permite la expansión de servicios cuyo costo los habitantes pueden sufragar;
- genera un fortalecimiento institucional de los municipios, incentivando la toma de decisiones que implican responsabilidades acerca de sus obligaciones y pertenencia de las obras;
- crea un clima de sana competencia por los recursos del crédito, lo que se revierte en mayor eficiencia en el uso de los recursos;
- genera una coordinación interinstitucional, lo que puede redundar en economías de costo para lograr los objetivos de las distintas entidades;
- es fácilmente verificable y su seguimiento oportuno facilitará ajustes futuros. Con la asistencia técnica el programa puede tener una promoción adecuada, tanto al nivel local

como al nivel internacional, lo cual se puede convertir en un mecanismo para lograr mayor apoyo al mismo.

### II) Modulo Comunitario de Empedrado (MCE).

Debido a las limitantes que como país se tiene en la asignación de recursos necesarios para atender en su totalidad la red vial nacional, se han buscado alternativas de mejorar en los caminos rurales con bajo índice de volumen de tráfico mediante la técnica del empedrado.

Estos sistemas constructivos emplean una gran cantidad de mano de obra, especialmente no calificada, lo que brinda la oportunidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores de las comunidades, mediante previa capacitación técnico-administrativa, siendo éste un beneficio adicional del recurso humano que participa en el proyecto.

Una de las características de los proyectos de empedrados es que se facilita la posterior labor de mantenimiento, ya que la población participante maneja el sistema necesario para efectuar correcciones y/o reparaciones futuras, garantizando la durabilidad del camino.

Como beneficios de este sistema se pueden nombrar los siguientes aspectos:

- promueve el desarrollo a nivel local de los diferentes sectores sociales y medio ambientales reduciendo el aislamiento de las comunidades;
- ha demostrado desarrollo en el impacto social, y con beneficios tangibles;
- sirve como apoyo a las Alcaldías Municipales en su gestión en beneficio de la comunidad;
- genera fuentes de empleo temporales, con personal propio de la localidad;
- disminuye los costos de operación vehicular, tiempo de viaje, mejorando el confort para la comodidad del usuario al minimizar las irregularidades de la superficie de rodamiento de los caminos.

### III) Mantenimiento por Microempresas Asociativas

Al igual que otros países; en Nicaragua, una de las funciones más importantes asignadas al IMT y al FOMAV, es el de desarrollar y conservar el patrimonio vial. En este sentido, a través del tiempo se han implementado diversos programas que contribuyen a cumplir con este cometido.

Así es como en esa búsqueda, en el año 1997 se implementa en Nicaragua, el *"Programa de Microempresas Asociativas de Mantenimiento Vial"*.

Este programa administrado actualmente por el FOMAV, está compuesto por 48 microempresas asociativas, mediante las cuales se garantiza el mantenimiento rutinario en un total de 2,800 kilómetros de la red vial nacional.

#### **¿Que son las Microempresas Asociativas de Mantenimiento Vial?**

Son organizaciones comunitarias, formadas bajo la figura jurídica de Cooperativa, con el objetivo de ejecutar obras de mantenimiento rutinario, mediante la modalidad de Contratos de Mantenimiento por Resultados.

## Objetivos

1. es un programa de Carácter Social al generar empleo;
2. es un Programa de Carácter Técnico al garantizar el mantenimiento rutinario en las vías principales del país.

## Lugar o Ámbito de Acción

Están conformadas por grupos de hombres y mujeres en un promedio de 15, los que viven en el área de influencia de las carreteras que atienden.

## Actividades que Realizan

- limpieza del Sistema de Drenaje (Cunetas, alcantarillas, puentes, cauces, etc.);
- limpieza del Derecho de Vía (Poda de árboles, corte de vegetación, retiro de basura y otros obstáculos);
- mantenimiento de la Señalización Vial (Enderezado de postes guías, limpieza de tableros, pintura de puentes, retiro de señales en mal estado);
- obras de Emergencia (Limpieza de derrumbes, retiro de árboles caídos, lavado de la superficie de rodamiento etc.).

## Beneficios del Programa

Técnicos:

- se propicia una atención permanente a la red vial;
- mantenimiento Vial a menor costo;
- atención inmediata en casos de emergencia;
- reportar incidentes en la vía (basureros, accidentes, invasiones en el derecho de la vía, etc.).

**Sociales:**

- generación de empleo;
- participación de género;
- utilización de mano de obra local en un 100%;
- transferencia de recursos económicos a las zonas rurales;
- participación gratuita en la limpieza de lugares públicos de sus comunidades (parques, cementerios, iglesias, escuelas y otros lugares);
- capacidad de organización.

## Beneficios Directos de los Socios

- capacitación Técnica;
- empleo Permanente;
- acceso a la Salud y Educación Familiar;
- integración a otras actividades comerciales.

### 3.1.4 Recomendaciones.

En resumen, la aplicación de estos tres programas, con la participación de la ciudadanía, se generan demandas y responsabilidades que pueden ser alcanzadas en la medida en que se dé la integración de la población, las Alcaldías y el Gobierno Central representado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura, así como con el sector privado a través de las empresas nacionales que ofrecen los servicios de construcción (movimiento de tierra). Lograr la armonización de todo este engranaje constituye en sí un desarrollo Socio -Económico.

Los proyectos de mejoramiento de la infraestructura vial rural, beneficia al país en su conjunto, a través del acceso de las poblaciones rurales beneficiarias a los mercados y servicios públicos/ administrativos mediante el mejoramiento de la infraestructura vial.

Los proyectos contribuyen a fortalecer la capacidad institucional del sector vial nicaragüense para reforzar la administración de carreteras y enfrentar amenazas de desastres, en aras de contribuir en la generación de oportunidades inmediatas de empleos a la población ubicadas en las zonas de proyectos.

Así mismo son beneficiados los usuarios y productores que transitan en los caminos, ya que esto permite una reducción en los costos de operación vehicular, y tiempos generalizados de viajes.

Los departamentos y municipios, se benefician de manera directa con la comunicación vial mejorada, menores costos en la producción agrícola y la reducción de los riesgos el tiempo de viaje, más otros beneficios, que la población adquiere en cuanto a movilidad y transitabilidad.

## 3.2. UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA LOCAL EN EL MANTENIMIENTO DE LA RED RURAL EN MÉXICO.

### 3.2.1 Introducción.

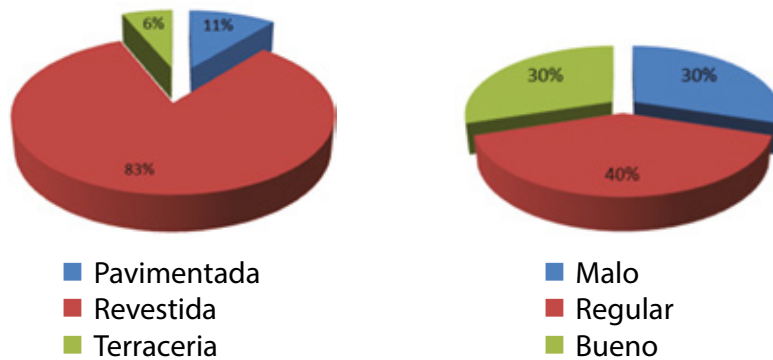
México cuenta con una superficie total de 1'964,375 kilómetros cuadrados, actualmente tiene un total de 112.6 millones de habitantes, de los cuales el 46.2 % de la población, representan 52.0 millones de pobres de los cuales el 10.4%,11.7 millones viven en pobreza extrema, del total de la población 25.0 millones viven en las zonas rurales y de estos el 68 % son pobres.

La red carretera nacional cuenta con un total de 377,660 kilómetros, de los cuales, 8,900 kilómetros son autopistas de cuota, 40,752 kilómetros de carreteras troncales libres de peaje, 83,982 kilómetros de caminos alimentadores y 169,429 caminos rurales, además se tienen aproximadamente 74,597 kilómetros de brechas y otros caminos sin especificaciones técnicas adecuadas.

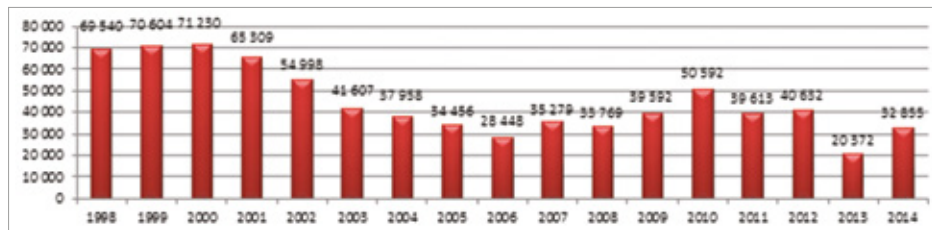
Los caminos son la base de la infraestructura de transporte en México; esta ha contribuido decisivamente a la integración económica, social y cultural de la nación, a fomentar el comercio entre los principales centros de producción y de consumo, y fortalecer la articulación de cadenas productivas y la competitividad de la economía en su conjunto.

Dentro de esta red se encuentran los caminos rurales, diseñados para servir estrictamente a los intereses de la comunidad rural, de ahí su carácter eminentemente social. Los objetivos por cumplir con este tipo de caminos son principalmente, garantizar el servicio en toda época del año y ser el medio para la integración de zonas aisladas y marginadas del crecimiento económico al proporcionar el acceso de esas regiones a servicios básicos como la educación y la salud.

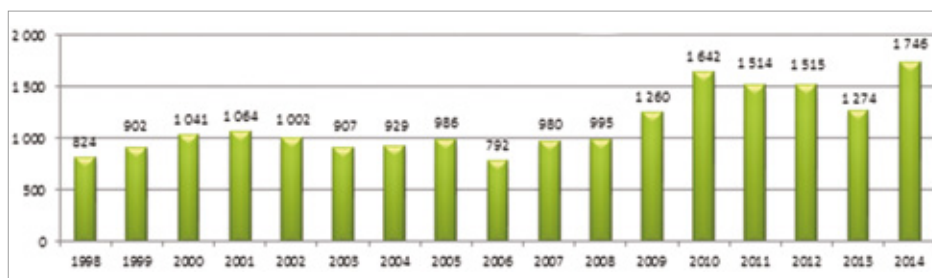
Sin embargo debido a la extensa longitud de la red rural en México ha sido necesario diseñar sistemas de gestión de infraestructura diferentes a los tradicionales con el objeto de optimizar los pocos recursos que se asignan por esta labor y utilizar la mano de obra local y los materiales de la región.



*Inversiones PET 1998-2014*



*Meta (km)*



*Inversión (MDP)*



### 3.2.2. Programa de Mantenimiento, Descripción.

Programa de Empleo Temporal (PET); este programa se rige por reglas de operación y se ejecuta por administración a través de los Centros SCT, representaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en cada estado del país.

#### I) Acciones

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, subdivide este programa en los subprogramas de conservación y reconstrucción de caminos rurales, utilizando en la ejecución de los trabajos la mano de obra local para beneficiar a la población mediante la generación de empleos temporales y la mejora del estado físico de los caminos donde transitan. El mejoramiento de brechas se incluye en el subprograma de reconstrucción.

#### II) Objetivo

Contribuir a la protección social de la población afectada por baja demanda de mano de obra o por una emergencia, mediante la entrega de apoyos temporales en su ingreso por su participación en la ejecución de trabajos de reconstrucción y conservación de caminos rurales; y el mejoramiento de brechas.

#### III) Población objetivo.

Mujeres y hombres de 16 años o más de edad, que enfrentan una disminución temporal en su ingreso por baja demanda de mano de obra o por los efectos de una emergencia.

#### Apoyo económico al beneficiario

El apoyo económico a los participantes del PET por los trabajos ejecutados al camino, se denomina jornal, es equivalente al 99% de un salario mínimo general diario vigente en la zona geográfica en la que se ubique el camino. Este apoyo se entregará de manera monetaria en un máximo de 132 jornales por beneficiario.

#### VI) Distribución de los recursos.

De la inversión autorizada, se destina como mínimo 70.0 por ciento en promedio a jornales, el 24 por ciento al pago de materiales, insumos, acarreo y maquinaria y el 6 por ciento restante a gastos de ingeniería, operación, difusión y supervisión.

#### VII) Derechos y obligaciones de los beneficiarios.

- Los apoyos por jornales que se otorguen a los beneficiarios no dan lugar a relación laboral o contractual con la SCT;
- los beneficiarios tendrán la obligación de manifestar, sin faltar a la verdad, sus datos personales relativos a nombre, edad, sexo, datos que permitan la integración del domicilio geográfico, y en lo posible CURP o RFC, los cuales deberán ser corroborados por el órgano ejecutivo del Comité de Participación Social;
- los beneficiarios, deberán designar a una persona con derecho a recibir los apoyos del

programa en sustitución a ellos, cuando por alguna causa se vean imposibilitados a recibir el monto de los jornales que les correspondan por su participación en el programa.

#### VIII) Mecánica de operación.

- Se inicia la promoción en las comunidades cuyos caminos están incluidos en el programa, se brinda información del mismo y se promueve la participación y organización de la comunidad;
- en Asamblea General Comunitaria, la comunidad aceptará participar en el programa y se integrará el órgano ejecutivo del Comité de Participación Social y la Contraloría Social;
- el órgano ejecutivo del Comité, la Contraloría Social y el Centro SCT celebrarán un convenio donde se formalizan los trabajos que se realizarán en el camino, en el que se describirán también en forma detallada los compromisos de las partes que en él participan;
- el Comité de Participación Social ejecutará los trabajos en el camino, el Centro SCT supervisará la ejecución de los mismos; al concluirse éstos, elaborará el acta de entrega-recepción de los trabajos a la comunidad, en la que participarán el Centro SCT, el Comité de Participación Social y la Contraloría Social.

#### IX) El Comité de Participación Social es responsable de:

- proporcionar la mano de obra necesaria para la realización de los trabajos del camino;
- aportar libre de gravamen el derecho de vía;
- conseguir en forma gratuita los materiales naturales, necesarios para la realización de los trabajos y que se encuentren en bancos localizados en la región;
- solicitar a cada uno de los beneficiarios la información necesaria para estructurar los componentes del Domicilio Geográfico y entregarla al personal del Centro SCT, así como corroborar los datos personales de los beneficiarios del programa;
- seleccionar conjuntamente con el Centro SCT a las personas que previa capacitación, realizarán actividades de cabo de obra;
- vigilar que las tareas que se asignen, sean realizadas;
- distribuir los apoyos económicos a los beneficiarios del programa;
- organizar la participación de los beneficiarios en actividades de conservación rutinaria, al concluir los trabajos en el camino, con el propósito de mantenerlo en buenas condiciones.

#### X) Trabajos que se ejecutan

Dentro del subprograma de conservación se realizan las siguientes acciones:

- limpieza y arreglo de cunetas y contracunetas;
- deshierbe;
- desazolve de canales;
- limpieza de alcantarillas;
- reparación de alcantarillas.

Y en el subprograma de conservación se llevan a cabo los siguientes trabajos:

- reparación de terracerías;
- revestimiento de obras de drenaje (zampeado);

- construcción o reparación de alcantarillas, vados y puentes vado;
- recargue de revestimiento;
- mejoramientos de brechas.

### 3.2.3 Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del Programa, (FODA).

Las fortalezas y debilidades de dicho programa, se afirma que, en el caso de la SCT, las restricciones presupuestales para la atención de la red rural y el escaso apoyo por parte de otras instituciones hacen que, al optimizar la planeación al programar los trabajos previamente al inicio del ejercicio presupuestal, se dejen fuera caminos que requieren atención y como no hay otra instancia que realice estas labores, se prevé que en futuros ejercicios se requerirá de un mayor presupuesto para la reconstrucción que para la conservación de los caminos. Asimismo, se menciona que la SCT no ha logrado integrar a las instancias estatales y municipales como copartícipes de los trabajos realizados con el PET

Sin dejar de reconocer las virtudes del PET como son: su carácter interinstitucional con misión y visión comunes así como con libertad operativa de cada dependencia participante; promotor de la corresponsabilidad social; involucra a los tres niveles de gobierno; funciona como generador de ingresos en el medio rural; esta institución destaca que cuando se le ha destinado un presupuesto considerable, el PET ha impactado en forma importante en las áreas de pobreza extrema.

Por otra parte, también se menciona como un problema no menos importante, la falta de flexibilidad de las reglas de operación del programa, básicamente en lo que respecta a las dificultades para atender los municipios que no cubre el PET, la falta de criterios para la aprobación de proyectos y, la ausencia de presupuesto para los gastos operativos.

Entre las acciones a seguir que propone la UAM en el marco de una estrategia de reposicionamiento del PET se encuentran, entre otras: el diseño de una estrategia para redimensionar las acciones y los impactos reales del programa y otra, para revertir la tendencia presupuestal decreciente; elaborar un esquema para que las entidades federativas y los municipios participen de manera paulatina pero creciente con recursos financieros, humanos y materiales, para el Programa de Empleo Temporal.

## 3.3 MANTENIMIENTO VIAL POR CONVENIO, CASO PARAGUAY

### 3.3.1 Plan de Gestión de Mantenimiento

El Plan de Gestión de Mantenimiento (PGM) prevé la implementación de modalidades más eficientes del mantenimiento de los caminos vecinales. Sus componentes son:

CONTRATOS	LONGITUDES	MONTOS REFERENCIALES
Area 1: Guaira	277,85 km	US \$ 4,400.000
Area 2: Caaguazú	356,16 km	US \$ 4,300.000
Area 3: San Pedro	418,59 km	US \$ 3,500.000
Area4: Concepción, Amambay	414,71 km	US \$ 3,650.000
Long. Total Mod Cont:	1454,31 km	US \$ 15,850.000

- Mantenimiento Vial con Empresas del Sector Privado
- Mantenimiento Vial por Convenio con Asociaciones Civiles
- Mantenimiento con Microempresas

### a) Mantenimiento Vial con Empresas del Sector Privado

#### Gestión y Mantenimiento de Caminos Vecinales por Niveles de Servicio

¿Qué es la contratación de la conservación vial por niveles de servicio?

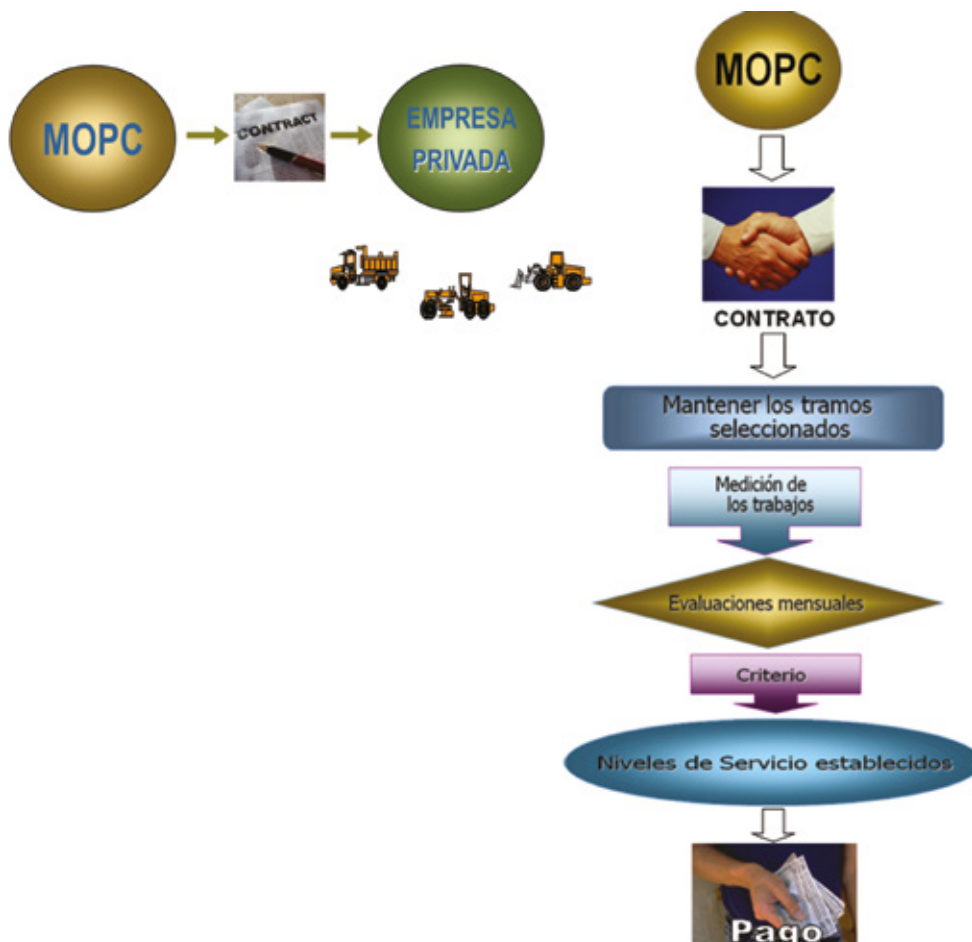
- Es un contrato de servicio que consiste en mantener cada camino según un estándar predeterminado;
- los pagos se efectúan no por volumen de obras ejecutadas, sino por cumplimiento del estándar predeterminado en los caminos;
- es un concepto nuevo ideado para aumentar la eficacia y eficiencia de las operaciones de mantenimiento de caminos.

<p>EL CONTRATISTA BUSCA OPTIMIZAR LAS INTERVENCIONES Y DETERMINAR POR SÍ MISMO:</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué hacer?</li> <li>• Dónde hacer?</li> <li>• Cómo hacer?</li> <li>• Cuándo hacer?</li> <li>• A que costo?</li> </ul>
---	--

El pago consiste en una Suma Alzada Fija ajustada conforme al Nivel de Servicio alcanzado de acuerdo a los indicadores establecidos

#### Mantenimiento Vial por Contrato

Ministerio de Obras Públicas y de Comunicaciones (MOPC)



b) Mantenimiento Vial por Convenio con Asociaciones Civiles

Se suscribe un Convenio entre el MOPC y una Asociación de Municipios para realizar actividades de mantenimiento de caminos vecinales.

El MOPC transfiere los fondos y para ciertas áreas geográficas entrega en comodato equipos viales a la Asociación de Municipios. Además se encarga de la supervisión del desarrollo de las actividades.

**En el Convenio suscripto se detallan:**

- los caminos vecinales que serán objeto de las actividades de mantenimiento;
- las actividades y las cantidades estimadas que se deben llevar a cabo;
- el presupuesto estimado para cada actividad y para cada tramo.



La Entidad Ejecutora es una Asociación Civil (de municipio o entidad sin fines de lucro) y ésta es la responsable ante el MOPC de la coordinación de los trabajos.

La Entidad Ejecutora presenta Rendiciones de Cuentas de los gastos efectuados en las actividades de mantenimiento

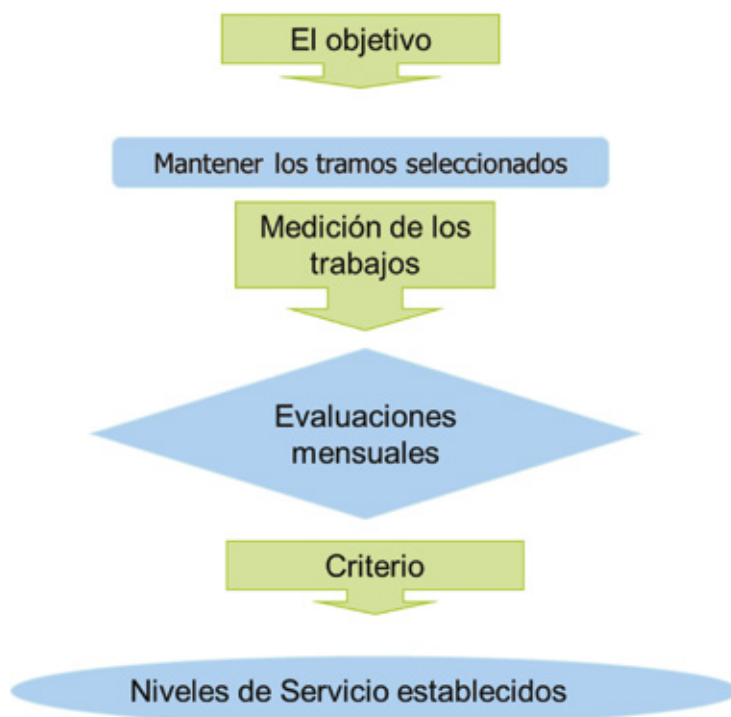
Se realiza evaluaciones de los trabajos realizados y verifica las Rendiciones de Cuentas.

CONVENIOS EN LA REGION ORIENTAL	
Convenio Itapua	484.54 km
Convenio Alto Parana Sur	531.15 km
Convenio Canindeyu Este	426.48 km
Convenio Caazapá	313.70 km
<b>Total Mod Conv</b>	<b>1,755.87 km</b>



**CONVENIOS EN LA REGIÓN OCCIDENTAL****Aspectos Generales**

- Nueva modalidad de trabajo con Autoridades Locales;
- planificación conjunta de los trabajos;
- generación de fuentes de trabajo local;
- recuperación de la Infraestructura Vial;
- desarrollo de modelos y esquemas Técnico Administrativo;
- reconocimiento de la comunidad;
- transparencia en el manejo de recursos;
- gran impacto socioeconómico.

**c) Mantenimiento con Microempresas**

- Formación de Microempresas en los Departamentos de Caazapá e Itapúa para el mantenimiento de Caminos;
- se desarrollan Talleres participativos con la comunidad y las autoridades;
- desarrollo de jornadas de capacitación a los trabajadores.

### 3.4 GENERACIÓN DE EMPLEO A TRAVÉS DEL SISTEMA DE MICROEMPRESAS FOVIAL, CASO EL SALVADOR.

#### 3.4.1 Introducción

En el año 2011 inicio El Programa de Empleo Intensivo en la Obra Pública con la creación de microempresas de Mantenimiento Rutinario, como parte de la estrategia generación de empleo intensivo y dinamización de las economías locales. Se inició en coordinación con la Organización Internacional del Trabajo en el marco del Pacto Mundial para el Empleo y los compromisos internacionales de Objetivos de Desarrollo Milenio. Se concibe como una estrategia nacional para reactivar la economía de forma sostenible y a una política basada en los intereses nacionales: auxiliar a los pobres, los excluidos y a los sectores más golpeados por la crisis.

Se inició con un proyecto piloto de Creación de 4 Microempresas de Mantenimiento Vial, conformadas por 48 personas 81% de mujeres 19% de hombres y una pequeña inversión inicial \$183,600.00. La base fue la metodología de creación de microempresas de mantenimiento vial promovida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT). El proyecto piloto se desarrolló en los municipios de Ahuachapán y San Martín, basada en una selección de las zonas de pobreza, violencia y los circuitos de atención vial.

Su fase de expansión tiene 77 microempresas con base al modelo de empleo intensivo en el sistema de microempresas de FOVIAL, con una posibilidad de crecimiento hasta 260, que significa 2,600 empleo y una inversión estimada de 10 millones de dólares.

#### 3.4.2 La red rural de El Salvador

El Ministerio de Obras Públicas de El Salvador atiende una red de más de 2,800 kilómetros de vías no pavimentadas. El FOVIAL, se ocupa de 2,410 kilómetros de la red nacional primaria. Se trata de vías que conectan zonas agrícolas con los grandes centros poblados, además estas vías conectan los poblados de la zona rural, que requieren acceso a centros de salud, educación y a mercados para vender sus productos. El total de la red de vías pavimentadas y no pavimentadas de El Salvador son 6,600 kilómetros.

Las vías no pavimentadas requieren atención especial para que sean transitables todo el año, ya que en época seca se produce polvo y problemas respiratorios para las personas que viven en las cercanías. En cambio, en época lluviosa se pueden generar deslaves, cárcavas, asolvamiento de drenajes, pérdida de materiales de la superficie de rodadura; es decir se puede volver intransitable si no se toman en cuenta acciones preventivas y correctivas en el mantenimiento de la vía.

La principal acción preventiva es el mantenimiento del derecho de vía; ya que este permite la libre y correcta circulación del agua y evita la acumulación de materiales y escorrentías que ocasionen daños a la vía.

Las actividades que el FOVIAL ejecuta en las vías no pavimentadas a su cargo, por formar parte de la red prioritaria mantenible, comprenden la conformación de la calzada, mantenimiento de sistema de drenajes, remoción de malezas (chapeo), mantenimiento de señalización y limpieza en general, del derecho de vía.



En el Salvador, más de 260 municipios (la unidad político-administrativa más pequeña del país) tienen por su parte, la responsabilidad de mantener en condiciones de transitabilidad otras vías de su territorio, las llamadas vías municipales. Eventualmente, las Alcaldías pactan convenios con el Ministerio de Obras Públicas para ejecutar obras viales en rutas de su municipio; y que el FOVIAL no puede atender puesto que la ley que norma su funcionamiento lo prohíbe.

Las intervenciones viales son una buena oportunidad de generar empleo a nivel de municipios en los que respecta a la red rural; en especial, el mantenimiento del derecho de vía es una buena alternativa ya que no se requiere mucha especialización del personal y puede repartirse ingresos en los municipios donde se desarrollen los proyectos.

### 3.4.3 Descripción del Programa y procedimiento para su implementación.

La formación de las microempresas se desarrolla en 4 procesos:

#### 3.4.3.1 PROCESO DE IDENTIFICACIÓN Y PROMOCIÓN

- a. Selección de municipios en base al mapa de pobreza realizado por Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales t Dirección General de Estadística y Censos;
- b. selección de Rutas; carreteras cercanas al municipio seleccionados y/o Rutas sean administradas por FOVIAL;
- c. presentación del Programa a actores principales del Municipio: Alcaldes y Concejos Municipales; Asociación de Desarrollo Comunal, Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local entre otros;
- d. convocatoria de Posibles participantes e Inducción del Programa en general: Se invita un promedio de 40 personas del municipio;
- e. se complemente la Ficha de Diagnóstico con los posibles beneficiarios;
- f. entrevista y selección de personas según Ficha de Diagnóstico: Verificación de cumplimiento de requisitos y Documentos de Identidad;
- g. constitución y Formalización de la Microempresa como Unión de Personas Temporales: escritura de constitución y suscrito como figura tributaria en el Ministerio de Hacienda (Inscripción como UDP – F-210).

#### 3.4.3.2 PROCESO DE PRECALIFICACION y SELECCIÓN

El proceso de precalificación es un plataforma informática que evalúa y califica a las microempresas de acuerdo a su experiencia y capacidad de operación, tributaria, financiera. La estructura de evaluación ha sido diseñada partiendo de un criterio compuesto por atributos. Cada criterio es independiente del otro y cada uno en consecuencia tiene un peso definido y la sumatoria de los pesos de cada criterio suman el 100%. Los criterios a evaluar son: Área Legal, Área Financiera, Área Técnica y Área Organizativa.



Peso del Criterio	Peso del Criterio	Peso del Criterio	Peso del Criterio
27%	21%	13%	40%
Área Legal	Área Técnica	Área Financiera	Área Organizativa
Tipo de Organización Documentación legal	Constancias Montos Promedios Facturados Anuales Experiencia de Trabajo como Grupo Herramientas y Equipo de Trabajo Básico Equipo de Oficina Conocen y Operan Herramientas Informáticas	Solvencias (AFP, ISSS, MH) Estados Financieros Cuenta Bancaria a Nombre de la Entidad Constancia del Sistema Financiero Calificación Crediticia Cobertura Gastos Financieros (UAIM/G.F.)	Número de Miembros Número de Mujeres Jefas de Hogar Número de Jóvenes entre 18 y 24 Miembros con Capacidades Especiales Residentes en el Mismo Municipio Proceso Asociativo Mujeres con cargos Directivos Jóvenes con cargos Directivos Estructura Organizativa Mejor Calificación Personal de Miembros

Esquema 1: Proceso de Precalificación Microempresas FOVIAL

Asimismo, este sistema genera reportes que demuestran las áreas de oportunidad que deben trabajar las microempresas para lograr el cumplimiento de los mínimos requeridos por FOVIAL para obtener la calificación en las futuras participaciones de la microempresa en las licitaciones gubernamentales que se publiquen para mantenimiento del derecho de vía.

### 3.4.3.3 PROCESO DE FORMACIÓN Y CONTRATACIÓN

Las microempresas calificadas reciben capacitación en 3 grandes ejes:

- *eje 1: Conceptual* emprendedurismo, asociatividad, negocio, marco legal nacional de las asociaciones, administración y dirección empresarial, mercadeo, obligaciones tributarias y patronales;
- *eje 2: Diseño y procesos administrativos:* Diagnostico empresarial, Organización, finanzas, contabilidad, resolución de conflictos, presupuesto;
- *eje 3: Capacitaciones Técnicas:* Uso básico Software y Hardware Herramientas de Office, Sistemas Informáticos de FOVIAL, Sistemas Tributarios y Seguro Social.

Este proceso se realiza por medio de la contratación de empresas especialistas. Este es un proceso de Formación Dual debido que se ejecutan los contratos (Aprender Haciendo). Se pretende que esta formación garantice la permanencia y diversificación de las actividades de la microempresa.

Las microempresas son contratadas según el proceso de adquisiciones y contrataciones de FOVIAL, es decir para adquirir el servicio de mantenimiento de derecho de vía la microempresa oferta su servicio y FOVIAL evalúa y adjudica.

### 3.4.3.4 PROCESO DE MONITOREO Y EVALUACIÓN

Las microempresas son monitoreadas por tres actores normados por las leyes nacionales y convenio internacional, para su desarrollo óptimo:

*Supervisión:* Firma Consultora o Persona Natural especializada en la supervisión del ejecución de labores de derecho de vía de acorde a condiciones técnicas velando por el cumplimiento del contrato de la microempresa.

*Administrador:* Administran el contrato de la microempresa y de la supervisión asegurando el cumplimiento de las condiciones técnicas, contractuales, financieras.

*Promotores Sociales:* Acompañan, orientan, asesoran en la formación y monitoreo de las microempresas, procurando el desarrollo y la sostenibilidad de las mismas.

### **Especificación Técnica**

El Sistema FOVIAL promueve la asociatividad, gestión administrativa, legal y empresarial. La selección de las familias se realiza con los gobiernos locales y las comunidades, se prioriza las mujeres jefas de hogar, jóvenes en riesgo de violencia y población en condiciones de pobreza. El grupo pasa del desempleo a un empleo pleno con seguridad social nacional

Las Microempresas están compuestas por hombres y mujeres, en grupos asociativos de 10 personas, quienes trabajaran una jornada de 8 horas, beneficiados con seguro social y AFP.

Las actividades que realizan se enmarcan en el Programa de Derechos de vía que incluyen específicamente 4 actividades realizadas en 25 Kilómetros:

- limpieza y Chapeo del Derecho de Vía;
- limpieza de obras de drenaje menor (Sistema de Drenaje Transversal);
- limpieza de Cunetas y bajadas (Sistema de Drenaje Longitudinal);
- limpieza de Señalización existente.

## **3.5 RESULTADOS OBTENIDOS**

En 2014, las microempresas del Sistema FOVIAL atendieron 1,108 kilómetros de vías con una inversión aproximada de \$1.5 millones. El resto de vías fueron atendidas por las microempresas calificadas y contratadas por FOVIAL (microempresas convencionales) con una inversión de \$3 millones. En total, la inversión en el trabajo de las microempresas ascendió a \$4.5 millones. El programa brindó empleo directo a 440 personas (y sus familias), de las cuales el 68% han sido mujeres jefas de hogares contando con prestaciones sociales básicas como la incorporación al Seguro Social, Fondo Previsional de Retiro (AFP) e indemnizaciones en caso de accidentes de trabajo, entre otras prestaciones sociales y laborales. A mayo de 2015 son 33 las microempresas del Programa, 14 de ellas financiadas con fondos de cooperación y 19 de contratadas por el FOVIAL. El Programa, en su fase de expansión, permitirá crear 2,600 nuevos empleos decentes en el quinquenio.

## **3.6 FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DEL PROGRAMA (FODA)**

### **3.6.1 FORTALEZAS (Internas)**

- Mantener en buen estado la red vial principal con el sistema de microempresas con mano de obra intensiva;
- ingresos para los microempresarios y sus familias, reduciendo pobreza y vulnerabilidad;
- desarrollo de capacidades micro empresariales, emprendedoras, liderazgo;
- ocupación y estabilidad laboral;
- provisión a las prestaciones básicas (ISSS y AFP);
- dinamización de economías locales;
- mejoramiento de las condiciones vida (nutricional, vestimenta, educación);
- diversificación de sus actividades.

### 3.6.2 OPORTUNIDADES (Externa)

- Generación de Empleo Digno directo e indirecto;
- incremento en la oferta laboral;
- dinamización de las economías locales;
- generación de ingresos a otras microempresas;
- trabajo a mujeres y jóvenes en riesgo;
- sostenibilidad de programas presidenciales con enfoque a atención niveles de pobreza (Programa de Apoyo Temporal y RED SOLIDARIA);
- fomento de la Seguridad Ciudadana.

### 3.6.3. DEBILIDADES (Internas)

- Diferencias internas por formación integral
- condición económica social requieren un nivel intensivo de formación

### 3.6.4 AMENAZAS (Externa)

- Necesidad política de estado empleo intensivo a través de las microempresas;
- financiamiento externo para la preparación inicial de las microempresas;
- las microempresas están conformadas por personas de entornos de violencias;
- competencia desleal, sector privado.

## 3.7 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para la implementación sostenible de las microempresas son de mantenimiento vial.

- a. Establecer una política de estado para el empleo intensivo que garantice la ejecución de estas microempresas en sus diferentes actividades económicas;
- b. intensificar la inversión pública con programas de empleo intensivo para dinamizar economías locales e impactar en la pobreza y violencia en diferentes zonas del país;
- c. el programa de microempresas forma una mano calificada en los ofrecimientos de los servicios de derechos de vía en los beneficiarios avalados por la entidad rectora;
- d. fomentar la Cooperación Interinstitucional e implementación de las "Buenas Practicas" con la Academia, Asociaciones que coadyuven un beneficio bilateral;
- e. implementación de mecanismos de intercambio de experiencias para el fortalecimiento del modelo de microempresas de mantenimiento vial;
- f. fortalecer la Unidad de Microempresas y el sistema de calificación para el acampamiento (social, empresarial, administrativo, entre otros), de los procesos de formación de las nuevas microempresas y promoción de la mejora microempresas;
- g. las alianzas estratégicas con los gobiernos municipales son necesarias para contribuir a la sostenibilidad de las microempresas de su región.

#### **4.- INNOVACIONES TECNOLÓGICAS, EN LA CONTRIBUCIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES.**

Sin duda los sistemas de gestión de mantenimiento y la mejora de caminos son tan importantes y necesarios, pero el intercambio de experiencias tiene un valor fundamental ya que se trata de sistematizar y aprovechar las experiencias exitosas en los países, con el propósito de implementarlas en otros.

Otro de los aspectos que importa tener en cuenta es la optimización de recursos, que significa trabajar ya sobre modelos probados que permiten alcanzar objetivos trazados.

En la parte de la innovación tecnológica, también se tienen algunas experiencias, en este capítulo se abordaran dos temas que consideramos importantes, uno sobre sostenibilidad de la Infraestructura de Transporte y otro sobre la utilización de productos para estabilizar suelos.

##### **4.1.- SOSTENIBILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE. ESTUDIO PILOTO EN MÉXICO**

###### **4.1.1 Introducción.**

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), participa en las actividades del Comité Técnico de Caminos Rurales (2012 -2015) de la Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres A.C. (AMIVTAC) que tiene como objetivo promover la integración y difusión de la información de aportes científicos, innovaciones tecnológicas y nuevos esquemas de participación en materia de caminos rurales.

En este contexto el IMT apoyo a dicho comité con la aplicación a un caso de estudio del *"Juego de Herramientas para Promover la Sostenibilidad de la Infraestructura de Transporte Rural"*.

El *"Juego de Herramientas para Promover la Sostenibilidad de la Infraestructura de Transporte Rural"* ha sido producido de manera conjunta por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y el Foro Internacional para el Transporte Rural y el Desarrollo (IFRTD), para guiar a los profesionales y planificadores del transporte rural en el diseño de proyectos sostenibles de pequeña escala o comunitarios de infraestructura del transporte rural.

El Juego de Herramientas aporta buenas prácticas y estudios de caso de diferentes partes del mundo que demuestran que proyectos gestionados por la comunidad y de pequeña escala son sostenibles en el nivel comunitario. Apunta a una mayor comprensión de las relaciones políticas y sociales entre los grupos de interés y promueve el reconocimiento de la interdependencia entre rehabilitación y mantenimiento como una condición para la sostenibilidad.

###### **4.1.2 Descripción del procedimiento constructivo.**

El propósito de este trabajo de investigación fue aplicar el Juego de Herramientas para Promover la Sostenibilidad de la Infraestructura de Transporte Rural en la comunidad rural de Los Pinos, municipio de Pinal de Amoles, Querétaro, México con el objeto de:

- diseñar un proyecto sostenible de infraestructura del transporte rural de pequeña escala o comunal;
- aplicar una herramienta novedosa de análisis para la planificación e implementación del diseño de proyectos de pequeña escala o comunales;
- estimular un proceso de planificación participativo (comunidad-autoridades locales y federales).

El proyecto piloto cumplió con los tres objetivos particulares planteados:

- se diseñó un proyecto sostenible de infraestructura del transporte rural de pequeña escala o comunal. Efectivamente, los comuneros a través del uso paso a paso del Juego de herramientas, elaboraron su proyecto de rehabilitación/mantenimiento de varios puntos críticos de su camino rural;
- la aplicación de una herramienta novedosa de análisis de planificación e implementación del diseño de proyectos de pequeña escala o comunales, permitió poner en el centro de dicho análisis a las necesidades de movilidad y accesibilidad de la comunidad rural;
- estimular un proceso de planificación participativo (comunidad-autoridades locales y federales). Este punto es muy importante, ya que se mencionó abiertamente a los comuneros de la limitación por parte del Instituto Mexicano del Transporte y de la Coordinación de Recursos Naturales del municipio de Pinal de Amoles de aportar recursos financieros al proyecto local que se fuera a diseñar, es decir, no tendrían apoyo “externo”. Con esto en mente, la planificación participativa se centró en guiar a los comuneros en el diseño de un proyecto local con aportación de recursos de la misma comunidad.

La aplicación por primera vez del Juego de herramientas para promover la sostenibilidad de la infraestructura de transporte rural en una comunidad rural de bajos ingresos en México, permitió identificar las siguientes ventajas y desventajas sobre su uso:

#### 4.1.3 Análisis de Resultados.

##### **Ventajas.**

1. Apoyar y capacitar a los pobladores de Los Pinos a que ellos mismos elaboren su proyecto factible y sostenible de pequeña escala o comunal de rehabilitación/mantenimiento del camino rural;
2. romper con el esquema tradicional de la planificación arriba-abajo, donde se “impone” por una entidad federal, estatal o municipal, las mejoras a realizarse en la infraestructura rural, en este caso, el camino rural;
3. generar el sentido de propiedad del proyecto local entre los comuneros, con lo cual se garantiza su participación tanto en la planeación de dicho proyecto como en la puesta en marcha del mismo;
4. contar con una herramienta que promueve la planificación participativa (comunidades-autoridades) para el diseño de la mejor alternativa de rehabilitación/mantenimiento de la infraestructura rural (camino rural);
5. poner en el centro de la planificación participativa las necesidades de movilidad y accesibilidad de la comunidad, con lo cual se obtiene un proyecto factible y sostenible que mejora dicha movilidad y accesibilidad;
6. reducir la dependencia de los pobladores rurales a que el gobierno federal, estatal o municipal, rehabilite y de mantenimiento al camino rural en el corto plazo.

### **Desventajas.**

1. No contar con ingenieros o técnicos de los departamentos de obras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes o del Municipio de Pinal de Amoles, con los cuales se podría haber diseñado el proyecto local con mejores especificaciones técnicas;
2. el aplicar por única ocasión del Juego de herramientas, ocasionaría que se pierda el interés por parte de los pobladores de Los Pinos de continuar generando proyectos locales de rehabilitación/mantenimiento de la infraestructura de transporte rural;
3. la falta de apoyo técnico y financiero por parte de entidades externas (gobierno federal, estatal, municipal, ONGs, programas de combate a la pobreza) al proyecto local aunque este fuera mínimo, ocasiona desánimo entre los pobladores locales. Efectivamente, aunque los pobladores rurales ven la importancia de llevar a cabo su proyecto local, su aportación a través de la figura de faenas también tiene un límite.

## **4.2. IMPLEMENTACIÓN Y UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, CASO MÉXICO**

### **4.2.1 Introducción.**

La disponibilidad actual en el mercado de nuevos productos destinados a la modificación de las características mecánicas de suelos y materiales para terracerías, abre una gama de posibilidades técnicas para su empleo eficaz en la construcción y mantenimiento de carreteras. El arribo de estas nuevas tecnologías en el medio mexicano no ha sido acompañado de una adecuación de los medios de evaluación normalizados ni mucho menos de un criterio de selección y diseño de las capas tratadas. En consecuencia, el uso de tales productos implica al día de hoy que no pueda llevarse a cabo una comparativa entre varios de los productos disponibles y juzgar así su eficacia.

Por otro lado, la normativa existente no implica necesariamente la revisión de las propiedades mecánicas asumidas desde la etapa del diseño de la estructura del pavimento (ej. los métodos mecanicistas implican propiedades como módulo, fatiga, etc.; que no son evaluadas obligatoriamente en la norma). En este contexto, la utilización de productos modificadores puede cambiar el modo de funcionamiento de la estructura del pavimento, por el aumento de la rigidez de las capas y el efecto ligante (lo que suprime el efecto de punzonamiento en capas supuestas flexibles).

### **4.2.2 Descripción del procedimiento.**

Con el objetivo de atender esta problemática, a través del subcomité "Tecnologías para la Estabilización de Suelos en Caminos Rurales y Alimentadores", la AMIVTAC está realizando una evaluación de los diferentes productos disponibles para la modificación de las propiedades de las capas de terracerías en estructuras de pavimentos, enfocada en una primera etapa en carreteras de bajo tráfico vehicular.

La base del análisis y comparativa serán las características mecánicas (desempeños supuestos) y funcionales (soporte del tráfico de maquinaria durante la construcción) exigidas a las capas de terracerías desde la etapa de diseño.

A través de una convocatoria, este subcomité está invitando a promotores de estas nuevas tecnologías a inscribir sus productos y/o sistemas, para que sean evaluados todos sobre la base comparativa de los efectos mecánicos y funcionales inducidos en las capas que componen el cuerpo de terracerías.

Posteriormente, la realización de tramos de prueba en carreteras será sólo con los productos que hayan presentado resultados satisfactorios durante la evaluación en laboratorio.

La última etapa de trabajo pretende la redacción de un catálogo de productos aprobados por la SCT y la base de datos correspondiente a los estudios realizados.

Por lo que toca a la metodología de evaluación, esta deberá ser consistente con las necesidades que una plataforma de soporte (cuerpo de terracerías) debe de cumplir dentro de una estructura de pavimento. Desde éste punto de vista, una plataforma adecuada debe presentar:

- a corto plazo, un nivel transitabilidad que permita la circulación de los equipos de construcción que aprovisionan los materiales, una buena nivelación que garantice la regularidad de los espesores prescritos para las capas de la estructura del pavimento y finalmente, un nivel de deformabilidad que autorice una compactación satisfactoria de las capas estructurales;
- a largo plazo, una resistencia mínima para garantizar el buen funcionamiento de la estructura del pavimento en servicio.

#### 4.2.3 Especificaciones Técnicas.

La aplicación de un agente o producto modificador implica un estudio de formulación en laboratorio, la búsqueda de la mejor adecuación (técnica y económica) entre productos de tratamiento y materiales tratados implica la caracterización de los materiales a partir de parámetros significativos desde el punto de vista de los fenómenos que intervienen en la técnica de tratamiento de los suelos.

Es necesario entonces conocer y evaluar los parámetros que caracterizan el suelo por su naturaleza, estado hídrico y comportamiento a largo plazo.

En este sentido, la metodología general del estudio propuesto se basa en dos etapas fundamentales a saber:

- la valuación de la aptitud del suelo para el tratamiento;
- formulación del material tratado (capas de plataforma) acorde a las especificaciones impuestas por el diseño y la normativa mexicana actual;

En específico, la etapa de formulación en laboratorio comprende:

- definición del objetivo, que implica el establecimiento de las características o calidades mecánicas a las que deberá responder el material tratado, en función de la capa que conformará en la estructura (subrasante, subyacente o terreno conformado);
- identificación de los componentes de la mezcla, que es la conocimiento de las características del suelo tales como:



- > Granulometría: El valor de  $D_{max}$ , el porcentaje que pasa el tamiz 0.08 mm y el coeficiente de uniformidad  $CU = D_{60}/D_{10}$
- > Arcillosidad: Índice de Plasticidad IP, Valor de Azul de Metileno VBS y Equivalente de Arena ES.
- > Componentes químicos específicos: Materia orgánica, fosfatos, nitratos, cloruros, sulfatos y sulfuros.
- > Estado hídrico de los suelos: Relación  $WNAT/WOPT$ , índice portante inmediato IPI, índice de consistencia IC, estado de compactación in situ.
- > Comportamiento de los suelos: fragmentabilidad de elementos gruesos ( $> 50$  mm) y abrasividad de fracción granular ( $> 0.08$  mm).
- Elección de los productos de tratamiento y dosificaciones, que es conocimiento de las características básicas de los productos modificadores;
- características de aplicación de las mezclas, donde se trata de estimar el comportamiento del material cuando se aplique en obra y de determinar la referencias de compactación del material tratado;
- determinación del plazo de manejabilidad, lo que puede variar en función de la naturaleza del agente o producto modificador (ej. ligante de tipo hidráulico), de los procesos y maquinaria a utilizar y de las condiciones locales del medio ambiente en la época de construcción;
- estudio de las características mecánicas, las que en una primera etapa son las definidas en la normativa mexicana para:
  - > Subyacente : N-CMT-1-02-02
  - > Sub-rasante : N-CMT-1-03-02
  - > Y evaluación de la resistencia a la compresión, módulo elástico y resistencia a la tracción; para el caso de los materiales con ligantes de tipo hidráulico.

Finalmente, el conjunto de resultados de los análisis descritos constituirá la base de elementos analíticos para poder evaluar la eficacia de los diferentes productos o agentes modificadores. Sobre la misma base de análisis, se podrá percibir las condiciones óptimas de aplicación de productos, preferenciales o no para diferentes tipos de suelos, eventuales prescripciones de uso, condiciones de aplicación y procedimientos constructivos adecuados.

### **4.3 LA EXPERIENCIA EXITOSA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL. CASO SALVADOR.**

#### **4.3.1 Introducción.**

Desde hace algunos años, el FOVIAL estudia alternativas al alto costo de mantenimiento de vías no pavimentadas, sobre todo en caminos arcillosos. Fue hasta hace poco que tuvo éxito en la combinación de dos estabilizantes: el cemento y la cal. Con el empleo de cal en la disminución de la plasticidad del suelo y la adición del cemento en la estabilización del suelo modificado, se recuperaron en los últimos cinco años, más de 90 kms. de vías que se encontraban en mal estado, debido a la presencia de suelos arcillosos, y donde el mantenimiento rutinario tradicional (bacheo), ya no era suficiente. De esta manera, se han optimizado los recursos, aminorado la cada vez mayor exigencia en el mantenimiento de vías y mejorado la conectividad de poblaciones del interior del país.



### 4.3.2 Descripción del procedimiento.

En la estabilización del suelo arcilloso con cal, se cambian considerablemente las características del mismo, produciendo resistencia y estabilidad a largo plazo, en forma permanente, y se eliminan los hinchamientos y contracciones del suelo por la acción del agua (comúnmente observados en la época seca y lluviosa). Con este procedimiento se mejora la trabajabilidad y la resistencia del suelo a corto plazo, de tal forma que los proyectos puedan ser ejecutados más fácilmente. El Índice de Plasticidad del suelo disminuye drásticamente, así como lo hace su tendencia a hincharse y contraerse.

Cuando se realiza la estabilización de suelos arcillosos empleando únicamente cal, se debe emplear estrictamente las cantidades indicadas en el diseño de mezcla, ya que al emplear más cantidad de cal que la indicada en el diseño, el suelo presentará nuevamente características plásticas, y el desempeño de lo ejecutado no será el adecuado. Por su parte, la estabilización de suelos arcillosos empleando únicamente cemento, demanda mayor cantidad de estabilizante, lo que tiende a aumentar los costos de construcción por metro cúbico estabilizado. La estabilización de suelos arcillosos con cemento se recomienda cuando el Índice de Plasticidad (IP) es menor a 10.

En general, siempre que se estabiliza suelos arcillosos con Índice de Plasticidad (IP) igual o mayor que 10, se aconseja el empleo de cal en el proceso.

El FOVIAL cuenta con una especificación técnica para la estabilización de suelos arcillosos con cal o con la combinación cal y cemento, y también para reciclado de pavimentos. En ambas especificaciones se indican los requerimientos técnicos a cumplir cuando se emplea cal y cemento. Los nombres de las especificaciones son las siguientes:

MR0313 RECICLADO DE PAVIMENTOS.

MR1203 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL O MEZCLAS DE CAL Y CEMENTO.

### 4.3.3 Análisis de Resultados

En la experiencia del FOVIAL, mientras la cal disminuye considerablemente la plasticidad del suelo arcilloso, el cemento estabiliza el suelo modificado. De esta manera, se ha conseguido cambiar las propiedades arcillosas del suelo de manera permanente, obteniendo buena resistencia y mejor desempeño de la vía. A raíz de estos buenos resultados, el FOVIAL decidió incluir los procedimientos de estabilización de caminos con suelos arcillosos en su programa de mantenimiento rutinario, consiguiendo que en los últimos cinco años se recuperaran más de 90 kms. de vías que se encontraban en mal estado y donde el mantenimiento rutinario tradicional (bacheo), no garantizaba el buen desempeño de las obras.

### Recomendaciones

1. el Control de Calidad debe ser muy cuidadoso y exigente, tanto en la fase de diseño como en la ejecución de los tratamientos, con la finalidad de garantizar el buen desempeño de las obras;
2. se debe contar con un diseño de mezcla de los materiales estabilizantes con el suelo arcilloso a intervenir. No se recomienda emplear una dosificación de estabilizantes sin una caracterización del

suelo y sin un diseño de mezcla adecuado, ya que aumentarían los costos de construcción y no se obtendrían los resultados esperados;

3. se debe asegurar que los equipos a emplear en el proceso constructivo se encuentren en condiciones adecuadas.

#### **4.4 EMPLEO DE CLORURO PARA CONSERVAR CAMINOS NO PAVIMENTADOS, CASO CHILE**

##### **4.4.1 Introducción.**

La Dirección de Vialidad de Chile ha implantado un concepto innovador de conservación de caminos no pavimentados, denominado Caminos Básicos.

La conservación de los caminos no pavimentados normalmente consiste en recebar (recargar con material granular) el espesor perdido de la carpeta de rodadura en 0,15 m, luego de lo cual se obtiene una superficie en óptimas condiciones durante unos tres meses, a continuación de lo cual debe reperfilarse con motoniveladora con frecuencias entre dos veces al mes y cuatro al año según el tránsito solicitante. El nivel de serviciabilidad entregado así es inferior al inicial con otras consecuencias adicionales como es la liberación de polvo al paso de los vehículos en veranos y el lodo en inviernos. El desgaste del material obliga a repetir el ciclo reponiendo el material nuevamente cada 3 a 5 años.

Esto hizo que en los años '90, algunas Regiones exploraran otras formas de conservar estos caminos. Fue así como en la zona norte del país se comenzara a aplicar algunos aditivos que mantuvieran por mayor tiempo la condición óptima que se obtenía en los primeros meses de la reposición del material. La aplicación de sales permitió obtener los resultados esperados.

En la zona central, por su parte otras regiones experimentaban la aplicación de capas delgadas de asfalto con el mismo fin. Hay una clara distinción entre este tipo de solución y una pavimentación convencional, ya que en este caso se realizan las mismas operaciones de conservación de un camino no pavimentado, sólo que la carpeta se recubre con una capa de protección asfáltica. No hay mejoramientos de trazado y sí hay algunos mejoramientos menores de estructura y de saneamiento.

Con estas innovaciones, la Dirección de Vialidad decide aplicar ambos tipos de solución y se autoimpone la meta de lograr 5.000 Km así tratados entre 2003 y Marzo de 2006 dando lugar al denominado Programa Caminos Básicos 5000.

La meta se cumple en Octubre de 2005. Luego de esto el Programa Caminos Básicos se ha continuado ejecutando y a Diciembre de 2010 se ha intervenido más de 11.000 Km.

##### **4.4.2 Descripción del procedimiento.**

Estabilizadores de Suelos, Supresores de Polvo, etc. Los hay de variados tipos: Orgánicos, dentro de los cuales se encuentran los enzimáticos, los derivados del petróleo, de la lignina, los poliméricos, etc. Entre los inorgánicos se encuentran principalmente los cloruros. En este trabajo se mostrará la experiencia chilena en la aplicación de estos últimos.

Los estabilizadores inorgánicos más empleados son:

1. cloruro de Sodio (sal común);
2. cloruro de magnesio;
3. cloruro de calcio.

Los cloruros tienen la particularidad de ser higroscópicos, es decir toman humedad del ambiente y la retienen. Cuando la cohesión de las partículas de la carpeta de rodadura se pierde debido a que ellas se secan, esta propiedad resulta muy interesante y deseable, especialmente en la zona norte del país, en la que la humedad ambiental es baja y las temperaturas son relativamente altas en buena parte del año. Así, los cloruros captan la humedad ambiental, que es mayor en la noche, la retienen durante el día y en muchos casos la carpeta muestra una apariencia húmeda en condiciones de calor ambiental. De esta forma la carpeta mantiene sus características como carpeta recién construida por mucho mayor tiempo y sin la liberación de polvo al paso de los vehículos.

Estos pueden aplicarse mezclándose con el material de carpeta en todo su espesor o como riego superficial.

A continuación se describe cada cloruro empleado, sus propiedades y aplicaciones.

### I. Cloruro de Sodio

En Chile la mayor producción de Cloruro de Sodio es obtenida a partir de la extracción directa de las minas de sal de la Región de Tarapacá. El precio de la tonelada de sal procesada para estos efectos es de US\$ 26 puesta en Planta en Iquique. A distancias alejadas del lugar de provisión, generalmente el precio del transporte supera ese costo. Se debe tener en cuenta que la sal aplicar debe cumplir con una granulometría con un 100 % pasando el tamiz de 10 mm, una pureza de 98 % y un máximo de 1 % de humedad.

Formula	NaCl
Clasificación	98 % de Cloruro de sodio más 2% de arcillas y limos.
Aspecto	Sal a granel.
Color	Transparente opaco.
Olor	Inodoro.
Densidad	1 g/cm <sup>3</sup>
Comercialización	en sacos de 50 Kg a granel y en maxisacos de 1 ton

El NaCl comienza a captar agua desde el ambiente desde una humedad relativa de 79 % y reduce la evaporación del agua desde la carpeta en 1,3 veces.

### Dosis

La dosis recomendada según literatura y especialistas, oscila entre 150 y 500 g/(m<sup>2</sup>\*cm de espesor de la capa). Esto equivale a 15 a 50 Kg/m<sup>3</sup> (en una carpeta de 0,15 m de espesor).

Sin embargo, en Chile cada Región ha ido obteniendo la dosis que permite lograr mejores resultados de acuerdo a su clima, suelos y tránsito. Así el rango de dosis oscila entre 80 y 35 Kg/ m<sup>3</sup> entre la 1ª y 4ª Región (unos 1.700 Km de distancia entre ambas).

Asumiendo un valor estimado de densidades secas del orden de 2.200 Kg/m<sup>3</sup>, se puede expresar el rango de dosis entre 3,6 y 1,6 % referido al peso seco de material granular.

## Construcción

La sal de sodio tiene una solubilidad de laboratorio de 360 g/l, pero en condiciones constructivas, se puede lograr unos 200 – 230 g/l luego de ciertas condiciones de agitación y tiempo. De esta forma, para poder incorporar la cantidad necesaria de sal en forma de salmuera a la carpeta, se debería adicionar un exceso de agua (como salmuera) para los posteriores efectos de compactación, lo que se puede demostrar con un cálculo simple. Por este motivo, el cloruro de sodio normalmente se adiciona a granel sobre la carpeta en forma sólida, aunque el ideal sería incorporarlo como disolución.

Se calcula entonces la cantidad de sacos de 50 Kg a colocar por cada metro, esta sal se deposita sobre el camino y se la disgrega para dejarla lo más homogénea posible. Ver fotos 1 a 4. Luego los materiales son revueltos con motoniveladora, humedecidos hasta la humedad óptima y compactados como cualquier carpeta granular.



*Fotos N° 1 a N° 4. Esparcido de sal, homogeneización, adición de agua de compactación y resultado final de una carpeta con cloruro de sodio*

Otra forma menos común de aplicar la sal es a través de equipos del tipo “recicladoras”. Normalmente se emplea esta forma cuando se cuenta con el equipo y cuando se trata de incorporar la sal a caminos con carpeta existente en servicio. La sal se esparce sobre el camino y la recicladora va triturando la carpeta existente y simultáneamente va homogeneizando la mezcla resultante. Una conexión a un tanque de agua agrega además el agua necesaria a la mezcla.



Foto N° 5. Empleo de Recicladora para incorporación de sal a carpeta existente

## II. Cloruro de Magnesio Hexahidratado (Bischofita)

La bischofita es una sal constituida básicamente por cristales de Cloruro de Magnesio Hexahidratado y se produce a través de la evaporación solar de salmueras extraídas de depósitos del subsuelo del Salar de Atacama en el proceso de producción de carbonato de litio.

La bischofita es una sal altamente higroscópica, tiene la propiedad de captar la humedad según las condiciones medioambientales y es del tipo delicuescente, es decir, cuenta con la propiedad de atraer la humedad del ambiente y licuarse lentamente (al igual que las otras sales).

El precio de la bischofita puesto en el lugar del proveedor (Región de Antofagasta) es de US\$/ton 30 a lo que se suma unos US\$ 100 de transporte para regiones apartadas o países limítrofes. Pero más allá del precio del producto y su transporte se debe considerar que al costo de colocar una capa granular tradicional se le debe sumar aproximadamente un 25 % logrando así una carpeta que tendrá una durabilidad que se traducirá en que no se la debe intervenir durante los siguientes 2 a 3 años. Este porcentaje será más alto o más bajo en la medida que la carpeta tenga más o menos arcilla respectivamente.

Si la carpeta existe y se le debe incorporar la bischofita, el porcentaje adicional es del orden del 50 % sobre el costo de un reperfilado con compactación convencional.

Formula	MgCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O
Clasificación	Salmuera con alto contenido de Cloruro de Magnesio hexahidratado (*)
Aspecto	Sal a granel que deja una película aceitosa al tacto
Color	Blanco transparente
Olor	Inodoro
Densidad	1 g/cm <sup>3</sup>
pH	8.6
Comercialización	a granel

(\*) La salmuera altamente concentrada en Cloruro de Magnesio se presenta habitualmente de acuerdo a la siguiente composición:

COMPUESTO QUÍMICO:	PORCENTAJE EN PESO:
Mg	10.5
Cl	33.5
H <sub>2</sub> O	52.0
Otros	4.0

El cloruro de magnesio comienza a captar agua del ambiente desde una humedad de 32 %, con lo que es más favorable cuando las condiciones ambientales son más áridas. La bischofita es altamente soluble en agua, por lo que siempre se la emplea disuelta en forma de salmuera. Se disuelve 1,5 Kg de bischofita por cada litro de agua, condición en la cual la densidad de la solución es 1,25 g/cm<sup>3</sup>, por lo que es fácil medir esa condición mediante el empleo de un densímetro de laboratorio.

### Dosis

La dosis recomendada según literatura y especialistas, oscila entre un 3 y 7% de Bischofita referida al peso seco del agregado.

Asumiendo un peso seco del agregado del orden de 2.200 Kg/m<sup>3</sup>, debiera corresponder a 66 a 154 Kg por m<sup>3</sup> de material compacto, asumiendo una densidad igual a 1 Kg/l para la bischofita.

De acuerdo a la literatura consultada, existe una cierta relación entre la cantidad a aplicar de bischofita y el Índice de Plasticidad. Lo anterior debe entenderse como una primera aproximación al problema de la dosificación con dicho aditivo.

Las dosis que se emplean en la práctica para incorporar en todo el espesor de la carpeta son 80 Kg/m<sup>3</sup> en materiales de baja o nula plasticidad, en la modalidad en que se emplea recicladora se aplica 50 Kg/m<sup>3</sup>. Cuando el IP está entre 4 y 6 se aplica entre 40 a 60 Kg/m<sup>3</sup>.

Dado que la bischofita es muy afín con el agua, si existe una alta humedad ambiental o hay posibilidades de precipitaciones, debe tenerse especial cuidado en tener una granulometría densa para el material de carpeta de tal manera que pueda constituir el esqueleto mineral que resista el peso de los vehículos, en caso contrario, la carpeta se humedecerá, perderá poder de soporte y las ruedas de los vehículos se hundirán, aun cuando en condiciones secas la misma carpeta sea muy resistente.

### Construcción

La bischofita se aplica siempre en forma de salmuera. La solución se prepara en estanques de acero o plástico o simplemente en excavaciones realizadas en el terreno, en que las paredes se recubren con polietileno.

La bischofita se carga con un cargador frontal hasta lograr la densidad 1,25 g/cm<sup>3</sup>, desde ahí luego es bombeada hacia el camión aljibe. La única diferencia con la ejecución de una carpeta granular es que en lugar de regar el material con agua para la obtención de la humedad óptima, en este caso se hace con la salmuera de bischofita aplicada con el camión aljibe.





*Fotos N° 6 a 9. Carguío de la bischofita, vaciado a estanques, riego y homogeneización de la salmuera en la carpeta*

Al igual que en el caso anterior, también se puede aplicar la bischofita por medio de una recuperadora de caminos (o una recicladora)



*Fotos N° 10 y 11. Empleo de Recuperadora y Recicladora para aplicar bischofita (contenida en el aljibe conectado)*

Otra forma de aplicación es mediante riego superficial a modo de tratamiento supresor de polvo (TSP), en el que la salmuera es regada directamente sobre la superficie de la carpeta.

### III. Cloruro de Calcio

El cloruro de calcio se obtiene como un subproducto en forma de salmueras en algunos procesos industriales. En Chile se obtiene en un proceso de obtención de ácido clorhídrico en una planta ubicada en la 8ª Región (del Bío Bío) al sur de Santiago.

La solubilidad del Cloruro de Calcio es de 69 g por cada 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada a 0° C o de 159 g por cada 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada a 100 °C.

El Cloruro de Calcio ayuda a mantener constante la humedad en un suelo, pero desafortunadamente esta sal es fácilmente lavable. Reduce la evaporación y es capaz de absorber hasta 10 veces su propio peso cuando las condiciones de humedad son altas en el medio ambiente, pudiéndose mantener dicha humedad en sus dos terceras partes durante un día de calor seco, lo que hace de esta sal sea un producto muy eficaz cuando se trata de evitar la formación de polvo. Comienza a captar agua del ambiente cuando la humedad relativa es 29 % a T de 25 °C y a 20 % si la T es 38 °C.

Formula	CaCl <sub>2</sub>
Clasificación	Cloruro de Calcio
Aspecto	Líquido
Color	Café oscuro
Densidad	1,33 g/cm <sup>3</sup>
Comercialización	por Kg de producto
Concentración	CaCl <sub>2</sub> 38% Mín.
Sólidos en suspensión	2.5 % máx.
pH	4,0 – 8,0

### Dosis

Si se tiene en consideración que el Cloruro de Calcio debe ser diluido en agua en proporciones recomendadas de un 60 % en peso, se puede llegar a establecer que bajo dicha dilución la dosis recomendadas debieran encontrarse aproximadamente entre 0,18 y 1,5 l/(m<sup>2</sup>\*cm de espesor de capa).

Las dosificaciones en el uso de aditivo del tipo Cloruro de Calcio se encuentran con un grado de incerteza mayor respecto de los aditivos del tipo Cloruro de Sodio y de Magnesio ya mencionados.

Sin embargo, la experiencia chilena en la región del Bío Bío se concentra en riegos superficiales para disminuir el polvo no habiéndose aplicado en todo el espesor de la carpeta. Se trata de caminos en los que en la temporada estival se genera demasiado polvo al paso de los camiones forestales, polvo que se mantiene mucho tiempo en suspensión. Por este motivo se aplica el cloruro de calcio como una solución de temporada. La dosis que se aplica es 2 l/m<sup>2</sup>.



Foto N° 12. Riego superficial de Cloruro de Calcio en la región de Bío Bío Resultados Obtenidos



Luego de casi ocho años de aplicación de soluciones básicas, y entre ellas las que consideran cloruros, puede decirse que se ha aprendido y adquirido una gran cantidad de experiencia al respecto.

A continuación se muestra una serie de fotografías con resultados en cada tipo de cloruro aplicado.

#### 4.4.3 Análisis de resultados.

##### Resultados Cloruro de Sodio



Fotos N° 13 a 15. Resultados de Caminos con cloruro de sodio.

Nota: foto N° 15 corresponde a un camino con sal mantenido por privados con riegos muy frecuentes de conservación con salmuera (3 veces/semana)

##### Resultados Cloruro de Magnesio



Fotos N° 16 a 18. Resultados Caminos con Bischofita

Nota: Foto N° 17 muestra un típico camino del norte del país sin bischofita. Foto N° 18 muestra experiencias de demarcación (duración baja: 3 meses)

##### Resultados Cloruro de Calcio



Fotos N° 19 a 21. Resultados Caminos sin/con Cloruro de Calcio

Nota: Foto N° 19 muestra un típico camino del sur del país sin cloruro de calcio.

## Efectos logrados

En general, se ha logrado los objetivos perseguidos transformando notoriamente algunas redes de caminos con la oferta de un producto (la carpeta de rodadura) de características confortables al tránsito de los vehículos, en condiciones más seguras y con una ostensible reducción del polvo para los habitantes y cultivos aledaños. Las intervenciones de conservación han disminuido fuertemente.

Desde el punto de vista ambiental ha habido claramente dos efectos positivos. La reducción de la polución mencionada antes y el freno que se ha puesto a la extracción periódica de áridos desde los pozos de empréstito. Sin embargo hay un tema controvertido relacionado con la eventual contaminación que producirían las sales sobre el suelo colindante y sobre las napas freáticas. Hasta el momento no hay evidencias cuantitativas de los efectos en este sentido. Está claro que el contacto más directo de los cloruros con algunos cultivos produce disminuciones en la producción según la susceptibilidad de cada uno. Para evitar problemas se ha evitado aplicar cloruros en zonas cercanas a zonas de cultivos. De todas formas, la inmensa mayoría de los cloruros se ha aplicado en la zona norte del país, donde la probabilidad de tener cultivos aledaños al camino es baja sino nula. En las zonas desérticas incluso, el suelo ya presenta una salinidad propia.

Aun cuando teóricamente se podría aplicar los cloruros en cualquier clima, se ha tenido buenos resultados en zonas más lluviosas, pero con una duración menor a la esperada a lo que se suma la aparición de baches en la carpeta que crecen rápidamente con las lluvias en volumen y número. Estos baches son muy incómodos al usuario ya que presentan paredes verticales muy duras. De esta forma la solución de incorporar una sal en todo el espesor se ha circunscrito fundamentalmente a la zona norte del país en que el clima es árido. Sólo se aplica el cloruro de calcio como riego superficial en temporada estival en una región del sur del país (clima lluvioso en invierno). Del mismo modo se está comenzando a aplicar la bischofita en la zona sur como riego superficial para la temporada estival.

## Cantidades

Desde 2003 se ha aplicado este tipo de soluciones en casi 7.000 Km, de un total de 11.200 Km del Programa. La distribución por cada solución se muestra en la Tabla N° 1.

TABLA N° 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES TIPO CLORURO EMPLEADAS DESDE 2003	
Solución	km
Bischofita	3.706
Bischofita y Cloruro de Sodio	134
Cloruro de Calcio	245
Cloruro de Sodio	2.841
Total	6.926

Finalmente se puede acotar que el empleo de este tipo de soluciones ha sido exitoso en climas áridos mejorando claramente las condiciones para el rodado, disminuyendo las intervenciones de conservación, disminuyendo las condiciones que favorecen los accidentes, etc. En la zona sur, con climas más húmedos y lluviosos es más usado como solución temporal, para el período entre Noviembre y Marzo.

## 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Podemos aprender mucho de las experiencias que se están teniendo en los países miembros de este comité, pero es necesario conocer y evaluar lo que se está realizando en países de África, Asia y otros continentes para diseñar el procedimiento que se adecue a los países que carecemos de recursos para el mantenimiento de la red rural.

Por otra lado, es importante aclarar que en algunos países como Nicaragua, la estrategia para la atención de caminos rurales, se enfoca también a una buena parte de caminos troncales o sea caminos con especificaciones mayores a la de un camino rural, ya que por la importancia de esa red los recursos que se reasignan son parte de la estrategia de comunicar localidades mayores a 2,000 habitantes y aun cuando están en zona rural, no pertenecen a un camino rural.

Esta situación nos obliga a revisar nuestro marco de referencia, el Comité Técnico 2.5 está enfocado a los Caminos rurales y sin embargo buena parte de los estudios o metodología está enfocada a redes con mayores especificaciones técnicas.

Esta misma situación se observó en las visitas técnicas que se hicieron durante las reuniones de trabajo de este Comité en los países de Bolivia y el Salvador.

Sin embargo, en todos los países, los recursos para el mantenimiento de caminos rurales son muy escasos y no hay garantía de poder asignar a las microempresas un recurso anual para los trabajos de mantenimiento en su misma zona.

Por ello, es importante que los países miembros de este comité realicen un estudio enfocado exclusivamente a caminos rurales considerando la experiencia que han tenido en sus carreteras pavimentadas.

La utilización de la mano de obra local de las comunidades, es sin duda un factor decisivo en el desarrollo y mantenimiento de nuestra red rural y el utilizar estas estrategias garantiza diversos beneficios de tipo social y económico.

El problema sigue siendo la concientización de las autoridades encargadas de las carreteras en nuestros países de que la asignación de recursos para la red rural es prioritaria ya que en su mayoría representa más de 50% de la red nacional en todos los países.

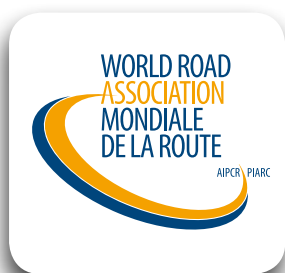
Respecto a las nuevas tecnologías, consideramos necesario aplicar nuevos procedimientos de participación que permita a los ingenieros encargados de la red rural y alimentadora tomar decisiones adecuadas y convocar la participación de las comunidades directamente involucradas.

Estas nuevas tecnologías nos permitirán hacer eficientes los recursos disponibles para el mantenimiento de la red y direccionarlos en las obras que las comunidades realmente necesitan.

Debemos difundir esta nueva tecnología y pugnar porque las más eficientes sean incluidas en la normatividad en los países en desarrollo.

## 6.- REFERENCIAS.

- [1] Microempresa Basada en el Mantenimiento rutinario de Caminos. La Experiencia de América Latina, Serge Cortier Van Dissel;
- [2] Caminos Rurales. Ministerio de Transporte de Nicaragua;
- [3] Utilización de la Mano de Obra Local en el Mantenimiento de la red rural en México;
- [4] Sostenibilidad de la Infraestructura de Transporte Rural. Estudio Piloto México, IMT – AMIVTAC;
- [5] Experiencia en México en la implementación y Utilización de productos innovadores para la estabilización de suelos.



*Copyright por la Asociación Mundial de la Carretera. Todos los derechos reservados.*

*Asociación mundial de la Carretera (AIPCR)*

*Tour Pascal B, 19<sup>e</sup> étage*

*92055 La Défense CEDEX, FRANCE*

*Número Internacional Normalizado para Libros (ISBN): 978-2-84060-418-1*

*Portada © CT 2.5*