

# **Sistematización de procedimientos para fiscalizar la planificación, ejecución y control de obras viales.**



# Abstract

The work focuses on Municipal Road Management and control processes performed specifically in bituminous surface treatment, asphalt patching and bridges construction.

The main objective of this work was the systematization of the control processes carried out by Internal Audit of Pérez Zeledón (MPZ) for the aforementioned works.

To achieve the main objective was necessary to diagnose the current situation on MPZ works, which was achieved through personal interviews and the application of guides.

Then was performed of the different processes by developing a risk matrix. Having identified the risks, a tool was developed that facilitates the control processes based on identified risks.

The tool was the end result and consisted of a manual with instruments that can evaluate performance in implementing each of the works cited. Finally, the tool was implemented by evaluating three projects by the MPZ.

This research confirmed the responsibility of the Engineer in charge of the works, and the importance of his/her painstaking work, through efficient process planning, inspection and quality control of each work.

The results confirmed that the Municipal Road Management can and need to be improved, to achieve a true development on road infrastructure, however it requires a cultural change where the Road Management become more than a political

# Resumen

El trabajo realizado se enfoca en la gestión vial municipal y los procesos de fiscalización realizados específicamente en la construcción de tratamientos superficiales bituminosos, bacheos con mezcla asfáltica y de puentes.

El objetivo central del trabajo fue la sistematización de los procesos de fiscalización realizados por la auditoría interna de la Municipalidad de Pérez Zeledón (MPZ) para las obras supracitadas.

Fue necesario, para lograr el objetivo central, realizar un diagnóstico de la situación actual de la ejecución de obras en la MPZ, labor que se logró mediante entrevistas al personal y la aplicación de guías.

Posteriormente, se realizó un análisis de riesgos de los diferentes procesos mediante la elaboración de una matriz de riesgos. Una vez identificados estos, se creó una herramienta para facilitar los procesos de fiscalización tomando como base los riesgos identificados.

La herramienta fue el resultado final y consistió en un manual en el que se incluyeron instrumentos con los que se puede evaluar el desempeño en la ejecución de cada una de las obras citadas. Finalmente la herramienta fue puesta en práctica mediante la evaluación de tres proyectos que se ejecutan por la MPZ.

El trabajo desarrollado confirmó la responsabilidad que tiene el ingeniero a cargo de las obras y la importancia de una labor concienzuda por parte del mismo, mediante procesos eficientes de inspección y planificación de los controles de calidad de cada obra.

Los resultados obtenidos confirmaron que la gestión vial municipal puede y requiere ser mejorada para lograr un verdadero desarrollo de

commitment turning into real planning and high quality works, which will endure over time.

la infraestructura vial, sin embargo, se requiere un cambio cultural donde la gestión vial sea más que cumplir compromisos políticos y se convierta en una labor que involucre una verdadera planificación que culmine en la ejecución de obras con calidad que perduren en el tiempo.

# **Sistematización de procedimientos para la fiscalizar la planificación, ejecución y control de obras viales**

ANDREA VARGAS DUARTE

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Septiembre de-2010

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO .....	1
RESUMEN EJECUTIVO .....	2
INTRODUCCIÓN.....	4
METODOLOGÍA.....	6
RESULTADOS .....	7
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	47
CONCLUSIONES .....	50
APÉNDICES .....	53
ANEXOS.....	54
REFERENCIAS .....	55

# Prefacio

Actualmente se vive en una cultura de transparencia y al mismo tiempo de rendición de cuentas, en donde la fiscalización es parte de los diferentes procesos que se desarrollan en las instituciones.

Se tiene en concordancia con lo anterior, que las municipalidades cuentan con un departamento de auditoría interna, encargado de velar por el cumplimiento de las normas de control interno, ello abarca la supervisión de los fondos públicos que se invierten en obras viales, las cuales constituyen uno de los mayores focos de inversión constante y un elemento de vital importancia para el desarrollo socio-económico de las comunidades y del país en general.

Solo por concepto de recursos provenientes de la Ley N° 8114, para tener una idea de la inversión que se realiza en materia vial, en el caso particular de la Municipalidad de Pérez Zeledón en los últimos dos años, esta ha sido aproximadamente de ¢680,000,000 (seiscientos ochenta millones de colones) en el año 2007 y ¢786,000,000 (setecientos ochenta y seis millones de colones) en el año 2008, además, de los recursos propios que la municipalidad invierte y otras partidas.

Dada la magnitud de la inversión que se realiza en obra vial resulta oportuno que estas obras sean fiscalizadas con criterio técnico en la materia. Usualmente es la contraloría la encargada de este tipo de valoraciones sin embargo debido a la cantidad de municipalidades esta labor es compleja por lo que una auditoría interna podría apoyar y facilitar esta tarea.

En la formación en ingeniería es poco lo que se estudia sobre el tema de auditoría por lo que resulta de suma importancia conocer y establecer los procesos generales para llevar a cabo una auditoría de obra pública

específicamente en obras viales, así como sistematizar este proceso mediante fórmulas básicas de control sustentadas en la normativa aplicable.

El presente trabajo de graduación pretende la creación de una herramienta que ayude a la auditoría interna a medir y relacionar fácilmente el cumplimiento de las normas de control interno en la ejecución de obras desde un punto de vista, ya no solo de inversión de recursos si no que también de calidad, eficiencia y eficacia en los procesos constructivos.

La realización de este proyecto no hubiese sido posible sin el personal de la Municipalidad de Pérez Zeledón, que facilitó la obtención de datos y la colaboración y orientación del Profesor Ing. Eduardo Barquero Solano a lo largo del proyecto, a ellos mis sinceros agradecimientos, pero sobre todo agradezco a mis padres por el cariño y apoyo brindado a lo largo de mi vida.

# Resumen ejecutivo

El tema desarrollado tiene gran importancia para que los procesos de fiscalización puedan brindar un aporte práctico y enriquecedor a la gestión de tratamientos superficiales, bacheo con mezcla asfáltica-y construcción de puentes.

El objetivo fue analizar el funcionamiento de la gestión vial de la Municipalidad de Pérez Zeledón (MPZ), en la construcción de tratamientos superficiales, bacheo y puentes y realizar un diagnóstico de la situación para identificar los principales riesgos y crear así una herramienta que sistematiza los procesos de fiscalización, que para tal efecto ejecuta la auditoría interna de esta municipalidad.

La herramienta pretendió agilizar los procesos de fiscalización y además, darle un enfoque técnico a los mismos, contribuyendo así a la mejora del sistema de gestión vial.

Se realizaron entrevistas para el alcanzar los objetivos planteados, al personal de la MPZ del subproceso de conservación técnica vial, que permitieron diagnosticar el panorama actual del desarrollo de tratamientos superficiales, construcción de puentes y bacheo con mezcla asfáltica. Posteriormente se elaboró una matriz de riesgos identificados, consecuencias de estos, recomendaciones y normativa relacionada con los mismos.

Finalmente, se creó un manual para la fiscalización que incluye instrumentos prácticos que facilitarán los procesos de fiscalización.

Del trabajo desarrollado se puede concluir que los procesos de auditoría son constantes, ya que los logros que se van alcanzando se pueden debilitar con los cambios de administración y los cambios de personal.

Estos procesos deben ser procedimientos en los que además, de identificar las problemáticas que existen en la gestión de proyectos, se puedan emitir recomendaciones viables, técnicas y lógicas que conviertan la auditoría en una herramienta que ayude a promover y mantener en el tiempo los cambios que mejoren los procesos de gestión vial y aseguren la inversión eficiente y eficaz de los recursos.

# Introducción

La Red Vial Cantonal constituye uno de los mayores focos de inversión constante y un elemento de vital importancia para el desarrollo socio-económico de las comunidades y del país en general, actualmente la gestión vial está en manos de las municipalidades, quienes pese a los grandes esfuerzos realizados, no disponen de los recursos suficientes para mantener todas las carreteras y caminos en excelentes condiciones de serviciabilidad.

Es por lo antes descrito que la gestión vial municipal debe orientarse hacia una optimización de los recursos disponibles, mediante prácticas sanas y sencillas, que den como resultado la óptima inversión de los fondos públicos, un crecimiento vial ordenado y sobre todo con condiciones seguras y de confort para la población.

Debe resaltarse en ese sentido, que la gestión vial debería ser constantemente monitoreada por la auditoría interna que constituye una actividad independiente, objetiva y asesora, creada para validar y mejorar las operaciones de la institución. La auditoría interna puede ser un instrumento a través de la cual se pueden introducir y mantener en el tiempo, los cambios que mejoren o fortalezcan la gestión vial que se desarrolla actualmente.

El problema identificado radica en que por falta tiempo y principalmente de conocimientos en el área civil, las auditorías han enfocado su labor hacia fiscalizaciones de inversión de recursos, principalmente, dejando de lado el aspecto técnico de las obras y la gestión vial como tal, perdiéndose así, un recurso importante que podría colaborar en el mejoramiento de esta labor tan importante.

El presente trabajo tuvo como objetivo general la comprensión del funcionamiento de la gestión vial

municipal, específicamente en la ejecución de tratamientos superficiales bituminosos, construcción de puentes y bacheo con mezcla asfáltica, para elaborar una herramienta que sistematice los procesos de fiscalización documental y física de las obras antes descritas, permitiendo que las fiscalizaciones que se efectúen tengan una visión más clara del tipo de obras auditadas y se puedan emitir criterios y recomendaciones que coadyuven a mejorar la calidad de las obras y la gestión vial.

Se desarrollaron los siguientes objetivos específicos, para cumplir con el objetivo de este trabajo:

1. Elaboración de un diagnóstico de la situación actual del control interno que se lleva en la Municipalidad de Pérez Zeledón, en lo referente a la planificación y ejecución de tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes.
2. Determinación del procedimiento mínimo para realizar una auditoría técnica (protocolo) en cada una de las obras citadas en el objetivo anterior y el orden en que se debe desarrollar, de manera que se garantice el cumplimiento de las normas de control interno.
3. Elaboración de una herramienta que permita sistematizar la fiscalización del control interno en la ejecución de: tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes.
4. Evaluación de la funcionalidad de la herramienta creada, a través de la aplicación práctica en proyectos en proceso de la gestión, ejecución o mantenimiento.

Finalmente debe indicarse que para todo el desarrollo del presente trabajo, se tomó como base el contexto de la Municipalidad de Pérez Zeledón esto por cuanto esta institución implementó en el año 2008, la creación de una plaza en ingeniería para la fiscalización de obras civiles.

# Metodología

Fue necesario, para lograr el primer objetivo que consistió en diagnosticar la situación actual en la gestión de tratamientos superficiales, construcción de puentes y bacheo con mezcla asfáltica, una recopilación de datos que permitieran conocer la situación relacionada con el control de las obras que se desarrollan en la MPZ, para ello se utilizaron los siguientes métodos:

Elaboración de guías relacionadas con el control de calidad, diseño y procesos constructivos y mantenimiento de tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y construcción de puentes, las mismas fueron aplicadas al personal del departamento de conservación técnica vial de la municipalidad en cuestión. Estas guías fueron aplicadas en el mes de febrero de 2010 al personal de la MPZ.

Adicionalmente, se realizaron entrevistas al personal de la auditoría interna que permitieron obtener información sobre las últimas fiscalizaciones realizadas y se efectuaron visitas de campo que ejemplifiquen aspectos generales de los tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes ejecutados por la municipalidad de Pérez Zeledón.

Una vez concluido el diagnóstico, se procedió a la revisión del material de apoyo relacionado con el área de fiscalización (literatura, página de la Contraloría General de la República, material proporcionado por auditoría interna, otros).

Posteriormente se analizaron las normas de control interno, Ley N° 8292, para proceder con el tercer objetivo, el cual fue crear una herramienta que permita una fiscalización integral, ágil y efectiva en tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes.

Luego se realizó un análisis de los procesos constructivos, pruebas de calidad y diseño de tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes. Esto permitió determinar los controles necesarios en estos tipos de construcciones e identificar riesgos adicionales a los establecidos en la etapa de diagnóstico, proponiendo un nuevo planteamiento de matriz de los puntos débiles, de manera que la herramienta que se creó facilite el fortalecimiento de esos puntos además, de los identificados en la etapa de diagnóstico.

Antes de crear la herramienta fue necesaria una vinculación entre las normas de control interno y la normativa técnica que rige la construcción de obra vial (tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes) y la construcción de obra pública, tanto en las etapas de planeamiento como de ejecución, de manera que este amarre permita una valoración de los proyectos de forma integral y que un fiscalizador pueda evaluar de manera cuantitativa el desarrollo de las obras en cuestión.

Finalmente, se procedió a crear y comprobar la funcionalidad en la práctica de una herramienta, la cual consiste en un manual para la fiscalización.

# Resultados

Primeramente se procedió a realizar el diagnóstico sobre las condiciones en que se ejecutan las obras objeto de este estudio en la Municipalidad de Pérez Zeledón, para lo cual se realizaron entrevistas individuales al personal de esta municipalidad y se aplicaron las guías mostradas en los apéndices de este informe. Estas guías se aplicaron en los meses de enero y marzo de 2010.

Adicionalmente, se revisó y consideró información contenida en los últimos informes de la auditoría interna, respecto a la ejecución de obras y se realizaron algunas visitas de campo.

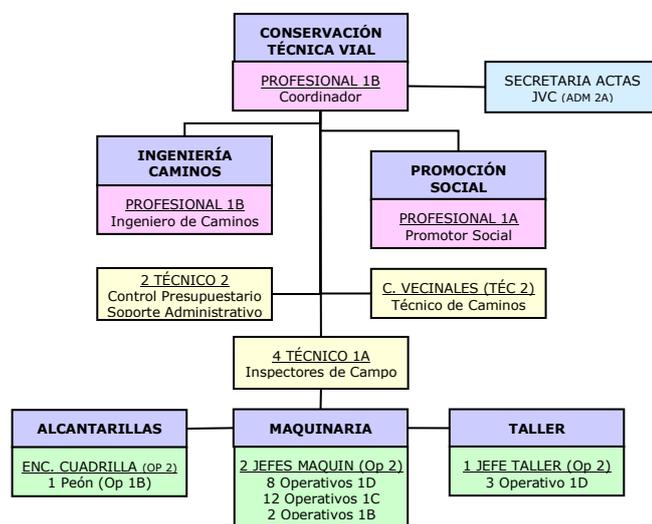


Figura 1. Estructura del Subproceso de CTV de la Municipalidad de Pérez Zeledón, responsable de la planificación, control y ejecución técnica de obras viales.

Fuente: auditoría interna

## Diagnóstico

La Municipalidad de Pérez Zeledón (MPZ) cuenta con una estructura administrativa definida en la cual se involucra el Concejo Municipal, la Junta Vial Cantonal y el Subproceso de Conservación Técnica Vial (CTV) para el desarrollo de las obras viales en el cantón. Cada uno de los integrantes de esta estructura juega un papel importante en las etapas de planificación y ejecución de los proyectos. (Ver Figura 1)

Se logró determinar así, que la MPZ cuenta con una estructura formal amplia, con personal profesional a cargo de la misma, incluso se puede observar que el SCT cuenta con un ingeniero encargado de la parte técnica y un coordinador con formación en administración de empresas encargado de la parte administrativa. Esto facilita el control sobre la ejecución de las obras, por parte del ingeniero de caminos, al liberar la carga administrativa.

La municipalidad con la estructura administrativa definida, ejecuta tratamientos superficiales, actividades de bacheo con mezcla asfáltica y puentes.

## Tratamientos superficiales bituminosos

Este tipo de obras, para el caso de los tratamientos superficiales según los últimos estudios realizados por la auditoría interna, hasta finales del año 2009, eran ejecutadas por la propia administración municipal y presentaban debilidades en diseño, ya que se aplicaban tratamientos sin contemplar la importancia de las capas de base y sub base, y sin un diseño de estas.

Además, de los problemas en el diseño no se llevaba un control de los porcentajes de compactación en la capa de base y los sistemas de evacuación de agua pluvial no siempre eran construidos. Se detectaron problemas en el seguimiento de las

bitácoras de la obra, los costos y el cronograma.

No se logró aclarar, por otra parte, en lo que respecta a la planificación, la manera en cómo se priorizan los proyectos, ya que, a pesar de que en apariencia la priorización se realiza basada en criterios socioeconómicos, no existe evidencia documental de una priorización de tratamientos superficiales—o de alguna programación formal.

Los tratamientos que se realizan a partir del año 2010, a raíz de las debilidades descritas anteriormente, están bajo la modalidad de consultoría y contratación donde un consultor se encarga del levantamiento topográfico, la realización de los estudios de suelos respectivos y la propuesta de diseño.

Es importante indicar, para efectos del análisis de resultados, que en lo que respecta al diseño elaborado por el consultor, éste se basa en el tránsito promedio diario que al efecto facilita la municipalidad. Al respecto cabe indicarse que la actividad de caminos es la encargada de realizar, el levantamiento entre otras cosas. Para el levantamiento de estos datos se realizan conteos aislados y sin un periodo establecido.

El ingeniero municipal, a partir del diseño propuesto por el consultor, elabora el cartel de licitación y las especificaciones técnicas y la obra es sometida a un proceso de licitación y un contratista es el encargado de la construcción y la presentación de las pruebas pertinentes, que garanticen la calidad del trabajo, entre ellas pruebas de compactación.

Actualmente desde este panorama, se cuenta con diseños estructurales y geométricos adecuados y sustentados en estudios técnicos apropiados, siendo el principal problema el aumento en los costos para desarrollar un proyecto, incremento que se ha dado por el aumento en los espesores de las capas de base y sub base, que no se había contemplado.

Respecto a la planificación, debe indicarse que el plan regulador existente está desactualizado y en este momento se encuentra en proceso de elaboración y aprobación, lo que conduce a pensar que el desarrollo de los tratamientos se ha venido

dando de una manera desordenada y sin un instrumento de planificación acorde con el crecimiento que ha tenido el cantón.

Se logró, por otra parte, en lo referente al aseguramiento de calidad, determinar que no se está definiendo formalmente un sistema de verificación de calidad, esto significa que aunque se realizan supervisiones físicas y basadas en las especificaciones técnicas, no existe un plan de control y verificación de la calidad como tal. De acuerdo con las entrevistas realizadas al personal de la MPZ, la empresa consultora que elabora los diseños es la encargada de supervisar a la empresa contratada para construcción por parte de la municipalidad, además de el autocontrol que lleva el contratista.

No existe, según se desprende de las entrevistas realizadas, una planificación en cuanto al mantenimiento de los tratamientos superficiales que se realizan hasta la fecha, luego de finalizado un proyecto, éste se interviene nuevamente hasta que presente algún deterioro. Asimismo se logró establecer que no se da un seguimiento a los proyectos luego de finalizados, ni se elaboran curvas en la etapa de diseño que permitan proyectar la serviciabilidad de los tratamientos y la necesidad de nuevas intervenciones.

Se logró determinar, por otra parte, que el mantenimiento rutinario en el que participan las comunidades consiste en actividades de limpieza y descuaje básicamente y, pese a las labores del departamento de promoción social, estas actividades no siempre se realizan en las comunidades. Respecto a la labor de este departamento, en apariencia se ve limitada por la falta de transporte y recursos, lo que genera un desaprovechamiento de este departamento.

Finalmente, en la figura 2 se muestra el estado de algunos de los tratamientos existentes en el cantón, la fotografía fue tomada como parte de las visitas de campo efectuadas.



**Figura 2. Tratamiento superficial deteriorado**  
Siguiendo con el tema de los tratamientos superficiales bituminosos, se evidenció que el bacheo con mezcla asfáltica es la técnica de mantenimiento más utilizada.



**Figura 3. Bacheo realizado el 29 de abril de 2010, el tratamiento en general presenta altas condiciones de deterioro.**

## **Bacheo con mezcla asfáltica aplicado en TSB**

Las visitas de campo, a pesar de lo anterior permitieron determinar aspectos de suma importancia sobre la ejecución de este tipo de obras. Entre otros aspectos, se logró evidenciar que esta técnica se aplica como un mantenimiento contingente, cuando en realidad los tratamientos requieren de reconstrucción o de recarpeteos; esta situación se presenta, según se indicó, por la falta de recursos para realizar otro tipo de mantenimiento y será analizada en etapa de análisis de resultados.

Otro aspecto que se logró determinar asociado a este tipo de obras es la limpieza y conformación de los baches, se verificó que cuando estos se limpian superficialmente, se coloca el ligante, luego la mezcla y luego se compacta, debe destacarse que la superficie en la mayoría de los casos no se nivela con la superficie del tratamiento existente.

Se verificó en las entrevistas realizadas, que este tipo de obras no tienen programación y se realizan según las necesidades. Otro aspecto importante de señalar es que la MPZ cuenta con dos técnicos especializados en la fiscalización de obra vial, encargados de supervisar las obras, además, actualmente se está capacitando más personal en esta área.

Se muestra en las figura 3, parte del bacheo realizado en uno de los barrios del distrito de San Isidro.

## **Construcción de puentes**

Finalmente, lo que respecta a la ejecución de puentes, se logró determinar que en la actualidad no se da una priorización en la construcción de puentes.

Se consideran los puentes pendientes de intervención en los años anteriores y nuevos compromisos adquiridos según las necesidades, para definir los que se intervendrán cada año.

Es importante señalar el hecho de que no se cuenta con un inventario de puentes de todo el cantón que permita programar actividades de mantenimiento y priorizar intervenciones de una manera más objetiva, sin embargo, según se indicó, esta es una actividad en la que se está trabajando. Actualmente se ha concluido con el inventario en el distrito primero y se pretende continuar la labor en otros distritos, esta es una labor que requiere tiempo y dedicación, ya que se estima que existen cerca de 2000 puentes en todo el cantón.

La institución realiza tres tipos de puentes: con alcantarillas, con vigas de acero y losa de concreto y se está incursionando en la construcción de colgantes. Según se indicó, este tipo de obras por lo general se trabajan a través de convenios con el MOPT, en los que esta institución aporta materiales, como cemento, vigas y acero, además, establece como requisito que se utilicen los diseños "tipo" que ellos aportan y se utilizan las especificaciones técnicas establecidas en los planos.

Referente a la programación y presupuesto, estos son realizados por el

ingeniero responsable del subproceso de CTV.

Se han presentado problemas de planificación, según los últimos informes de auditoría sobre puentes, ya que en ocasiones se están dejando de lado obras adicionales a la sub y súper estructura de puentes, tal es el caso de los accesos. Esta situación genera un incremento en los costos y altera el cronograma de una obra creando dificultades en la etapa de ejecución.

Otro de los parámetros establecidos en este diagnóstico es el hecho de que no se realizan estudios de suelo para la construcción de puentes y anteriormente no se realizaban pruebas de resistencia del concreto. Por otra parte, se logró determinar que no existe un plan de verificación de calidad como tal; la calidad se verifica, pero en la práctica, no se deja evidencia documental de ello, solo en el caso de las pruebas de revenimiento de concreto en donde los resultados se incorporan a la bitácora.

Se identificó, por otra parte, que no se da un seguimiento del cronograma y del presupuesto, al menos no de manera documental, solo en la práctica.

Asimismo, aunque se realizan los cronogramas, estos no contemplan aspectos como los tiempos de solitud y entrega de materiales por parte de MOPT, o la elaboración de pruebas de calidad. Esta situación ha ocasionado que en muchos de los casos estas estructuras permanezcan paralizadas por varios meses en espera de materiales.

Tampoco se incluye dentro del presupuesto, los costos de los ensayos a realizar, como es el caso de los ensayos de suelo.

La Figura 4, por último, presenta uno de los puentes que se están ejecutando actualmente y que fue seleccionado al azar para poner en práctica la herramienta desarrollada en este trabajo final de graduación.



Figura 4. Puente ejecutado en abril de 2010, su construcción dio inicio en el año 2009.

## Matriz de riesgos en la ejecución de obras

Una vez realizado un diagnóstico general del desarrollo de tratamientos superficiales, bacheo con mezcla asfáltica y construcción de puentes en la MPZ, se procedió a analizar las diferentes etapas de estas obras y sus principales riesgos, como resultado se elaboraron las matrices de riesgos para las obras descritas anteriormente y se presentan en los apéndices de este trabajo.

En las matrices se describen los principales riesgos, sus consecuencias, normativa aplicable, condición deseada y recomendaciones. Se utilizaron diferentes colores para diferenciar las etapas de las obras: rosado para la planificación, verde para la diseño, amarillo para licitación, morado para la ejecución, anaranjado para la calidad, amarillo oscuro para el mantenimiento y celeste para el seguimiento.

Estas matrices junto con el diagnóstico inicial son la base de la herramienta creada, denominada: manual para la fiscalización.

## Manual como ayuda para la fiscalización

El manual presentado pretende explicar la importancia de aspectos esenciales en la planificación, ejecución y control de tratamientos superficiales,

construcción de puentes y bacheo con mezcla asfáltica con el fin de orientar al usuario del mismo, sobre la importancia de estos.

El manual se estructura en cuatro apartados: una breve introducción, una descripción de las etapas de cualquier obra, una descripción de aspectos a considerar en las etapas de un tratamiento superficial bituminoso, un puente, un bacheo con mezcla asfáltica y los pasos básicos para realizar una auditoría. Esta última etapa incluye los formularios para ser aplicados durante la fiscalización de: tratamientos superficiales, puentes y bacheo con mezcla asfáltica.

Respecto a los formularios mencionados estos consisten en tablas generadas en Excel para los tipos de obras analizados, estas resumen los aspectos tratados en el manual y permiten evaluar cuantitativamente proyectos específicos.

Cada tabla contiene las etapas de planificación, diseño, licitación, construcción, calidad y evaluación, cada una diferenciada con un color específico, así como los aspectos a evaluar en cada una de estas. Cada aspecto tiene cuatro opciones para ser calificado: "Si" en el caso de que cumpla "No" en caso de no cumplir "Na" en los casos en que no aplique "Pa" en los casos en los que se cumpla parcialmente.

La calificación de cada aspecto se realiza mediante la colocación de un "uno" en la casilla correspondiente según el caso que se evalúe, la tabla suma los puntos obtenidos en cada casilla y arroja una calificación para cada una de las etapas y otra calificación global del proyecto evaluado. Los formularios se presentan en los apéndices de este trabajo.

A continuación se presenta el manual desarrollado, no sin antes hacer énfasis, en que el mismo no abarca el tema de inspección o supervisión, si no , más bien pretende ser una ayuda para la Auditoría Interna.

## Introducción

Actualmente se vive en una cultura de transparencia y al mismo tiempo de rendición de cuentas, en donde la fiscalización es parte de los diferentes procesos que se desarrollan en las instituciones.

Las municipalidades cuentan con un departamento de auditoría interna encargado de velar por el cumplimiento de las normas de control interno, ello abarca la supervisión de los fondos públicos que se invierten en obras viales, las cuales constituyen uno de los mayores focos de inversión constante y un elemento de vital importancia para el desarrollo socio-económico de las comunidades y del país en general.

Dada la magnitud de la inversión que se realiza en obra vial, resulta oportuno que estas obras sean fiscalizadas con criterio técnico en la materia y de manera integral. Este manual pretende ser una herramienta que facilite las labores de fiscalización de obras, aun cuando esta tarea no sea desarrollada por un profesional en la materia, el enfoque del documento está direccionado a tratamientos superficiales, trabajos de bacheo mecanizado, y construcción de puentes, de manera que este tipo de trabajos puedan realizarse de manera ágil y oportuna.

## Etapas de cualquier obra que requieren ser fiscalizadas

### Planificación

La planificación debe nacer en las políticas del plan regulador existente para el cantón, de manera que los proyectos que se desarrollen estén sustentados en las proyecciones de la población hacia el futuro (crecimiento demográfico y distribución), la circulación del tránsito y la localización de las vías públicas principales, así como las rutas y terminales del transporte, el adecuado acceso a las vías públicas, la provisión de espacio para estacionamientos, carga y descarga de vehículos fuera de las calles y los requisitos

mínimos para la construcción de calles en las urbanizaciones.

Dado que los recursos con que se cuenta para la ejecución de proyectos son insuficientes para mantener toda la Red Vial Cantonal (RVC), en excelentes condiciones, para poder lograr la óptima gestión vial es necesario un análisis de red y no de proyectos, de manera que el tipo y cantidad de obras que se ejecuten cumplan con un objetivo determinado para la red en general. En otras palabras, es necesario establecer los niveles mínimos de servicio para los diferentes caminos, de manera que estos se puedan mantener a lo largo del tiempo.

Ahora bien, si se conoce el modelo de desarrollo a seguir dentro del cantón, es necesario además, determinar los proyectos que se ejecutarán, para ello es esencial una adecuada priorización.

## Diseño

Se elaboran en esta fase, los diseños estructurales mediante planos y especificaciones técnicas, para lo cual es de suma importancia, considerar los estudios preliminares, ya que constituyen la base para el desarrollo de fórmulas y el sustento técnico de muchas decisiones, que requieran ser tomadas por el responsable de esta etapa.

Debe hacerse hincapié en los estudios previos al diseño, ya que las fórmulas y métodos de diseño por sí solos no tienen valor alguno, requieren ser alimentados con información real y basada en estudios de laboratorio (Ej.: capacidad soportante del suelo) o recopilada a lo largo tiempo de manera confiable (Ej.: tránsito promedio diario). En muchas ocasiones al contar con esta información introducen al diseño datos erróneos o supuestos que no generaran un diseño técnico, sino un diseño supuesto y, por lo tanto, no se puede dar garantía de su desempeño una vez construida la obra.

Aun cuando los estudios preliminares representan un aumento en los costos de una obra, a largo plazo se ve recuperada la inversión con obras de calidad que perduran en el tiempo y requieren menor inversión en mantenimiento.

Se implica en la fase de diseño, que no solo el diseño estructural de las obras (planos), sino que involucra la elaboración de las especificaciones de y el diseño de los diferentes controles que se llevarán en la etapa de ejecución como: cronograma, presupuesto, sistema de verificación de la calidad, sistema de mantenimiento, sistema de seguimiento de la obra una vez construida.

### Cronograma:

Debe existir, en el caso de ser obra contratada, tanto el cronograma propuesto por el contratista como el realizado por la administración, que brinden un parámetro de comparación con el trabajo propuesto por el adjudicatario

La elaboración del cronograma permite la separación de los fondos necesarios para la ejecución de la obra, pues conociendo el plazo, se podrían estimar los incrementos de precios en ese período, además de facilitar programar actividades como el abastecimiento oportuno y suficiente de los materiales, mano de obra, maquinaria y equipos por utilizar, realizar las solicitudes de material a tiempo (Ej.: colaboraciones del MOPT de vigas y cemento), delimitar la duración del proyecto permitiendo la programación de otras obras y programar actividades de inspección y muestreo por parte de la administración.

### Presupuesto:

Una vez que se cuenta con los planos, se debe elaborar un presupuesto detallado, que permita conocer con precisión la cantidad y características de los materiales, mano de obra, maquinaria y herramientas por utilizar, obras conexas como accesos necesarios y el precio de mercado de cada uno de esos componentes, de manera que, en forma bastante aproximada a la realidad, se puedan separar los fondos necesarios para llevar a cabo la obra, ya sea que esta se realice por contrato o por administración, con recursos municipales o con aportes comunales y de otras instituciones.

Deben presupuestarse además, los costos de las pruebas y ensayos a realizar como parte del control de calidad y del diseño, tal es caso de los pruebas de CBR,

pruebas de resistencia del concreto, pruebas de calidad a los materiales o estudios de topografía. El presupuesto permite analizar la viabilidad del proyecto y medir el desempeño económico de la obra en la fase de ejecución. En el caso de ser una obra contratada se tiene un parámetro propio de la institución para valorar las ofertas de construcción de la obra.

#### Sistema de aseguramiento de la calidad:

Se debe elaborar, para garantizar la calidad de la obra y el adecuado cumplimiento de las especificaciones técnicas y los planos, un sistema de aseguramiento de calidad para ello deben definirse las rutinas de autocontrol y de verificación por parte de la municipalidad, aún si es por administración, esta debe implementar un plan de verificación de la calidad.

Se deben definir aspectos como:

- Inspector de calidad
- Boletas establecidas para llevar los diferentes controles
- Plan de muestreo y el manejo de las muestras.
- Elaboración de informes.
- Plan de verificación de calidad.
- Criterios de pago en función de la calidad.

Ya sea que la obra sea contratada o ejecutada por administración, se debe elaborar un plan de aseguramiento de la calidad, donde se definan los parámetros de calidad que se aplicarán por parte de la administración en cada etapa del tratamiento.

Además, es necesario establecer la frecuencia en que se realizarán las mediciones, los criterios de aceptación y el manejo documental.

El sistema dará como resultado un control ágil, oportuno y óptimo sobre las diferentes etapas de la obra, así como el cumplimiento de las

especificaciones técnicas y los planos constructivos.

Si la obra es contratada, el contratista debe presentar el plan de control de calidad según las especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes (CR-77) y el manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica MC-83 o versiones más recientes, que garanticen que el proceso constructivo cumple con los estándares de diseño. Si el contratista no presenta las pruebas de su control de calidad, no se está dando garantía de la calidad de la obra y no permite exigir correcciones a tiempo o rechazar la obra.

#### Sistema de mantenimiento:

Se debe establecer el mantenimiento que requerirá cada obra posterior a su construcción, de manera que estos costos puedan presupuestarse en cada año y se garantice que la obra cumpla con la vida útil de diseño.

El mantenimiento debe enfocarse como una actividad necesaria, que debe aplicarse oportunamente y no como una práctica de reacción en la que solo se intervienen las obras cuando estas presentan grandes deterioros, lo cual es la práctica más común y en ocasiones pone en riesgo la vida de los usuarios de puentes y carreteras.

Finalmente, es necesario definir un encargado específico de llevar a cabo el mantenimiento planteado.

#### Sistema de seguimiento:

Una vez que la obra se concluye, es necesario dar un seguimiento al comportamiento de la estructura construida para verificar si está acorde con lo esperado y en los casos en que no sea así, poder determinar las causas de un deterioro prematuro y tomar medidas correctivas a tiempo que garanticen un funcionamiento adecuado de la estructura.

Es conveniente ir valorando los periodos de vida útil de las diferentes técnicas que se apliquen, con el propósito

de retroalimentar modelos de desempeño propios.

## Licitación

La licitaciones, en caso de que se realicen, deben estar acorde con la Ley de Contratación Administrativa y su reglamento, la cual establece que el departamento de proveeduría debe contar con un expediente donde se documente todo el proceso. A continuación se desglosan los documentos que deben permanecer en este expediente:

- Acuerdo del concejo o autorización del alcalde para realizar la contratación (puede ser la requisición de bienes y servicios firmada por el alcalde o por el titular subordinado competente, artículo 7 LCA)
- Procedimiento correcto de acuerdo con el monto para contratación.
- Certificación de tesorería haciendo constar que existe contenido presupuestario.
- Cartel (condiciones generales y especificaciones técnicas), cuando corresponda. (capítulo V del RLCA)
- Invitación a participar (licitación pública publicación en La Gaceta Art. 93 del RLCA, licitación abreviada cinco proveedores inscritos en el registro de proveedores Art. 98 del RLCA y contratación directa, mínimo tres cotizaciones, Art. 136 del RLCA).
- Ofertas presentadas por los oferentes. (capítulo VI del RLCA)
- Acta del acto de apertura de las ofertas. (Art. 78 del RLCA)
- Análisis de las ofertas (criterio técnico, financiero y legal Art. 83 y 84 del RLCA)
- Nota de recomendación de la proveeduría al concejo o al alcalde, sobre ofertas presentadas.
- Adjudicación (la administración, deberá dictar el acto de selección del adjudicatario, Art. 86 del RLCA)
- Garantías de participación (Art. 37 y 38 del RLCA) y cumplimiento (Art. 40 del RLCA).
- Comunicado de la adjudicación (será comunicado por los mismos medios con que se cursó la invitación, Art. 88 del RLCA)
- Contrato y/o formalización mediante orden de compra.
- Refrendo de la contratación por la Contraloría General o refrendo interno, según el monto del contrato.
- Devolución de garantías de participación y cumplimiento. (Art. 45 del RLCA)
- Órdenes de compra debidamente confeccionadas y aprobadas.
- Notificación a ingeniería municipal para que proceda con la supervisión de obras.
- Autorizaciones de ingeniería para realizar pagos, adelantos o cancelaciones, según el informe técnico.
- Expediente debidamente ordenado y foliado (Art. 11 del RLCA).
- Concordancia entre quién retira la mercadería del comercio proveedor y quién está autorizado según la orden de compra.
- Fecha de la factura posterior a la de la orden de compra y anterior a la del cheque.
- Monto pagado acorde con el monto contratado.

## Ejecución

El elemento fundamental en esta etapa, es la inspección y supervisión por parte del ingeniero y del inspector a cargo, de manera que la obra se desarrolle según

las condiciones establecidas en el diseño, en cuanto a calidad, costo, tiempo, planos y especificaciones técnicas.

Se debe en esta etapa, dar seguimiento al cronograma y presupuesto, de manera que la obra no sufra desviaciones significativas respecto a lo planeado mediante decisiones oportunas.

## Calidad

Esta fase es de suma importancia, porque garantiza la seguridad de la inversión realizada. En esta etapa se debe poner en práctica el sistema de verificación de calidad propuesto en el diseño, así como el esquema de pago en función de la calidad.

## Mantenimiento

El mantenimiento, como ya se explicó, es esencial para el correcto funcionamiento de la obra y se realiza en forma posterior a su finalización, es necesario ejecutar el mantenimiento planificado en la etapa de diseño e involucrar a las comunidades en estas actividades. En el caso de los tratamientos superficiales debe tenerse en cuenta el momento para el refuerzo estructural o rehabilitación.

## Evaluación

La evaluación debe realizarse posteriormente a la finalización de la obra para comparar el funcionamiento real de la misma contra el funcionamiento esperado que se proyectó en la etapa de diseño.

## Conceptos básicos sobre las obras a fiscalizar Tratamiento superficial

El término “tratamiento de superficie” se puede utilizar para referirse a varios tipos de aplicaciones con concreto asfáltico y asfalto-agregado, que por lo general son menores a 25mm de espesor.

Un tratamiento superficial no constituye un pavimento por sí mismo, su función es proveer; a la superficie del camino de una

cubierta impermeable y una superficie apropiada para el tránsito expedito y seguro; los tratamientos bituminosos no dan estructura. Sus principales funciones son:

- Superficie económica a caminos de base granular con bajo tránsito.
- Prevenir penetración superficial de agua en bases granulares y estructuras residuales de pavimentos.
- Rellenar huecos, recubrir y ligar partículas desprendidas de la superficie
- Restaurar resistencia al deslizamiento de pavimentos
- Proveer cubiertas temporarias
- Paliar el polvo
- Asegurar adherencia de capas superiores (imprimación)
- Asegurar trabazón entre la superficie que está siendo pavimentada y la capa inferior (riego de liga).

Los tratamientos superficiales pueden ser simples o múltiples; los tratamientos simples son aquellos que implican riego con emulsión asfáltica y posteriormente la colocación, extensión y compactación de una capa de agregado. Para los tratamientos múltiples el proceso se repite dos o tres veces, con una disminución en el tamaño del agregado en cada aplicación.

Como toda obra, los tratamientos pasan por diversas etapas que se pueden resumir en siete grupos, que se mencionan a continuación.

## Planificación

Como toda obra vial, para la aplicación de los tratamientos superficiales, dentro de un sistema de administración de pavimentos es esencial una adecuada priorización de los proyectos que se realizarán cada año, de manera que según las necesidades, así sean el tipo y cantidad de proyectos que se desarrollen, considerando desde luego las posibilidades económicas de la municipalidad y las

políticas de desarrollo contempladas en el plan regulador y el quinquenal.

La ejecución de los tratamientos superficiales, al igual que el resto de obras debe priorizarse, esto de acuerdo con parámetros técnicos que midan el beneficio a las poblaciones.

La priorización debe además, según el Reglamento Sobre el Manejo, Normalización y Responsabilidad para la Inversión Pública en la Red Vial Cantonal, ser aprobada por la Junta Vial Cantonal y debe realizarse de acuerdo con la evaluación económico-social (concepto de red, tránsito promedio diario, acceso a servicios en las comunidades, densidad de la población y volumen de producción), de las diferentes vías a intervenir, que cuantifique los beneficios a los usuarios, se puede considerar además, el Índice de Viabilidad Técnico Social (IVTS), ya que esta calificación que le asigna a los caminos es la que determina la importancia relativa de una calle dentro de un cantón, distrito o región en condiciones similares

## Diseño

Cada estructura de pavimento que incluye un tratamiento superficial debe contar con su respectivo diseño de espesores, para ello es necesario realizar estudios básicos dentro de los cuales se pueden considerar prioritariamente tres:

### Estudios de intensidades de circulación: (TPD y TPDa)

Estos datos deben ser lo más cercanos posibles a la realidad, de manera que se que se conozca el número de vehículos que pasan por determinadas secciones y los tipos de vehículos que circulan por estas durante un período determinado. Dado que el tránsito de vehículos varía según la época o días de la semana, lo ideal es contar con curvas que permitan conocer el comportamiento del tránsito a lo largo del año, de manera que al momento del diseño se pueda jugar con esta variable para optimizarlo.

Es necesario enfatizar la importancia de este tipo de información, ya que es la base para el diseño, de ahí la importancia de que los conteos que se realicen, sean precisos y en periodos

determinados, No conteos al azar sin periodos establecidos.

### Estudios sobre la capacidad soportante del suelo: (DCP y CBR)

Dado que uno de los factores que inciden sobre los costos y diseño de los pavimentos es la capacidad soportante del suelo, es necesario invertir en estudios sobre esta propiedad de los suelos. Para ello es importante considerar los estudios con DCP, clasificación del CBR y pruebas Próctor en la subrasante. A través de estos ensayos se puede relacionar con la capacidad de soporte del suelo. (Ver anexo 1 ASTM D6951-03)

Dado que la capacidad soportante del suelo está relacionada con el módulo de resiliencia (**resilience = elasticidad**) de la subrasante, parámetro esencial en diseño y que la capacidad soportante de suelo, se ve afectada en forma inversamente proporcional por la humedad, lo ideal es realizar ensayos de DCP a lo largo del año de manera que se puedan crear curvas (DCP vs. Percentil) que permitan una selección óptima y estadística del módulo de resiliencia de la subrasante que se utilizará para el diseño, en lugar de utilizar datos puntuales y únicos de ensayos DCP.

Mediante los estudios de suelos se puede definir si se requieren estabilizaciones que mejoren la capacidad de soporte de suelos, sin embargo, se debe hacer la salvedad que es necesario definir con estudios de laboratorio, las cantidades adecuadas de estabilizador, ya que un exceso de este material podría generar agrietamiento en los suelos.

### Estudios topográficos y determinación de estructuras existentes:

Dado que el perfil del camino es el que definirá las pendientes, radios de curvatura, movimiento de tierras, entre otros aspectos, lo ideal es contar con un perfil topográfico del camino previamente al diseño.

Además, es necesario conocer el tipo de estructura existente, para poder definir si se requiere un tratamiento superficial u otro trabajo y considerar las

condiciones del camino como insumo para el nuevo diseño.

Se deben realizar, a partir de los insumos descritos anteriormente, los cálculos respectivos para determinar no solo el diseño estructural (espesores de las capas de base y subbase) sino además, el diseño geométrico y las obras complementarias como sistemas de drenaje y subdrenaje dando como resultado final los planos de construcción.

Los planos deben contener la información gráfica (secciones típicas), que indiquen, el ancho de calzada, porcentaje de bombeo, peraltes, espesores de base, subbase y tratamiento, así como los materiales para cada una, variaciones de espesores a lo largo del camino (en los casos que aplique) y sistemas de drenaje y subdrenaje y cualquier información escrita necesaria para la correcta ejecución de la obra.

Debe resaltarse la importancia de incluir los sistemas de drenaje y subdrenaje como parte de los diseños de la obra, que minimicen el daño que causa el agua que corre por los cauces naturales del terreno y la que se infiltra y circula en el subsuelo.

Agua que se infiltra: parte del agua de lluvia precipitada directamente sobre las superficies de ruedo se escurre, sin embargo, otra parte se infiltra, cuando el agua infiltrada llena los espacios vacíos entre las partículas minerales (se genera presión de poro), las presiones ejercidas por el tránsito viajan a través de ella y se transmiten sin ningún alivio hasta llegar al suelo de subrasante, hecho que impide a las capas de base y sub-base cumplir con su función estructural de diseño, el suelo de subrasante recibe, a través del agua, una presión muy superior a su capacidad portante y falla, presentando deformaciones excesivas e irreversibles que se reflejan en las capas del sistema de pavimento.

Agua que circula en el subsuelo: puede darse por altos niveles freáticos y como se mencionó anteriormente, la humedad afecta la capacidad soportante de un suelo de manera inversamente proporcional, de esta manera si el suelo permanece en condiciones de saturación por largos

periodos, la capacidad soportante de la subrasante se ve afectada.

El ingeniero debe hacer todo lo que considere conveniente para disminuir el ingreso del agua a la estructura de pavimentos, tanto superficial como subterránea y esto solo se logra con adecuadas pendientes de bombeo y cunetas o sistemas de cordón y caño que permitan una rápida evacuación de agua de lluvia reduciendo la cantidad de agua que se infiltra y por otra parte, subdrenajes y cunetas que capten el agua subterránea manteniendo la estructura en condiciones de baja humedad.

Es necesario tomar medidas efectivas para extender la durabilidad de las vías, aunque esto haga necesario realizar una inversión adicional durante la construcción en sistemas de drenaje, ya que la suma adicional invertida se recuperaría varias veces a lo largo de su vida de servicio.

El diseño de los planos debe estar respaldado con una memoria de cálculo, esta memoria debe ser ordenada y clara, que muestre el procedimiento seguido, así como el razonamiento y decisiones de la persona o grupo a cargo de elaborarlos, según el caso, deben consignarse los criterios empleados, así como los cálculos, listados, tablas, etc., que dieron origen a los documentos finales.

Además, de la memoria de cálculo, se deben definir al menos los métodos constructivos; procedimientos para el control de la obra; normas de calidad de los materiales y de los elementos que se construyan; rango de tolerancia en las variaciones con respecto a la calidad y dimensiones estipuladas y requisitos mínimos de equipo y mano de obra (características y cantidad) que se deben utilizar.

Es importante reforzar el hecho de que los tratamientos superficiales al igual que el resto de los asfaltos se diseñan en función de una serviciabilidad esperada. Esta se mide a través de un índice y se define como el grado de confort que tiene la superficie en este caso del tratamiento para el desplazamiento normal de un vehículo. De esta manera el tratamiento se diseña con una serviciabilidad alta que va a ir

disminuyendo conforme pase el tiempo y la estructura inicie su deterioro.

Como parte del diseño, en consecuencia con la idea anterior, se debe contemplar el mantenimiento que va a requerir el tratamiento, para que éste pueda cumplir su vida útil manteniendo la serviciabilidad esperada. Para ello es esencial crear la curva de deterioro del tratamiento superficial que permita visualizar en el tiempo la necesidad de aplicar un mantenimiento periódico y rutinario, su rehabilitación y finalmente, una reconstrucción, de manera que estas actividades se puedan incluir en la programación de los planes operativos y quinquenales que se ejecutan.

La curva se construye de acuerdo con la serviciabilidad proyectada del tratamiento a lo largo del tiempo, dando como resultado una curva de serviciabilidad vs. Tiempo o ejes equivalentes. Una vez que el tratamiento ha sido construido se le da el respectivo seguimiento a la curva diseñada para lo cual se debe ir determinando la serviciabilidad real en el tiempo. Esta tarea es sencilla si se conoce el IRI (Índice Internacional de Rugosidad), ya que se puede calcular la serviciabilidad por medio la correlación  $PSI = 5x e^{(-0,0041 \times IRI)}$ , donde PSI (representa la serviciabilidad).

Dado que es difícil contar con presupuesto o equipo para la medición del IRI, el seguimiento de la curva es complejo, por ello es conveniente establecer la serviciabilidad en función de parámetros medibles, como el estado de la superficie, velocidad de circulación, laterales de camino, baches, etc., que permitan dar seguimiento al comportamiento del tratamiento a lo largo de tiempo y lograr tomar acciones correctivas a tiempo que permitan que la obra cumpla las condiciones para las cuales fue diseñada.

Se muestra en la figura 5, para efectos prácticos, la curva que se puede generar, cada estado representa un grado de serviciabilidad que puede ser medido fácilmente y darle un seguimiento posteriormente.

Una vez construida la curva de deterioro se deben diseñar mecanismos prácticos en los que la comunidad y los usuarios tengan una participación más

activa en el mantenimiento rutinario. Por Ej.:

Participación en el bacheo asfáltico, mediante la compra de tanques para almacenar la emulsión, de manera que esta pueda ser entregada a las comunidades para que estas, una vez capacitadas por el personal municipal respectivo, puedan aplicar el material y solucionar el problema de manera rápida y eficiente. Para ello se es necesario que se defina cómo se debe de utilizar la emulsión.

Establecer el tipo de capacitaciones que podrían darse a las personas de las comunidades sobre las actividades de mantenimiento rutinario en las que pueden colaborar y los métodos para hacerlo a través del departamento de promoción social.

Si no se planifica y establece el mantenimiento que va a requerir y los mecanismos que agilicen este, el tratamiento que se logre posteriormente va a ser un mantenimiento reactivo, cuando ya existen fallas. Peor aún, dado el crecimiento de la red vial, si no se contempla el mantenimiento de los tratamientos superficiales, el crecimiento de esta podría salirse de control con respecto al presupuesto, personal y equipo con que cuenta la municipalidad, al punto de llegar a tener tratamientos colapsados y altos grados de inconformidad en los usuarios sin poder ser atendidos.

Ahora bien, el conjunto de planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas y curva de deterioro del tratamiento, permiten un panorama del alcance del proyecto a partir del cual se debe elaborar un presupuesto detallado, que permita conocer con precisión la cantidad y características de los materiales, mano de obra, maquinaria y herramientas por utilizar, así como su precio de mercado, de manera que, en forma bastante aproximada a la realidad, se puedan separar los fondos necesarios para llevar a cabo la obra, ya sea que esta se realice por contrato o por administración

Asimismo, se debe elaborar el cronograma o programa de avance físico

propuesto por la administración y en los casos en que la obra sea contratada, el cronograma propuesto por el contratista, tanto el cronograma como el presupuesto permitirán un seguimiento del proyecto en su fase de ejecución.

Finalmente, para garantizar el la calidad de la obra y el adecuado cumplimiento de las especificaciones técnicas y los planos, se debe elaborar un sistema de verificación de calidad. Para ello debe definirse un inspector de calidad, las boletas establecidas para llevar los diferentes controles, el plan de muestreo, el manejo de las muestras, la elaboración de informes y el plan de verificación de calidad.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica

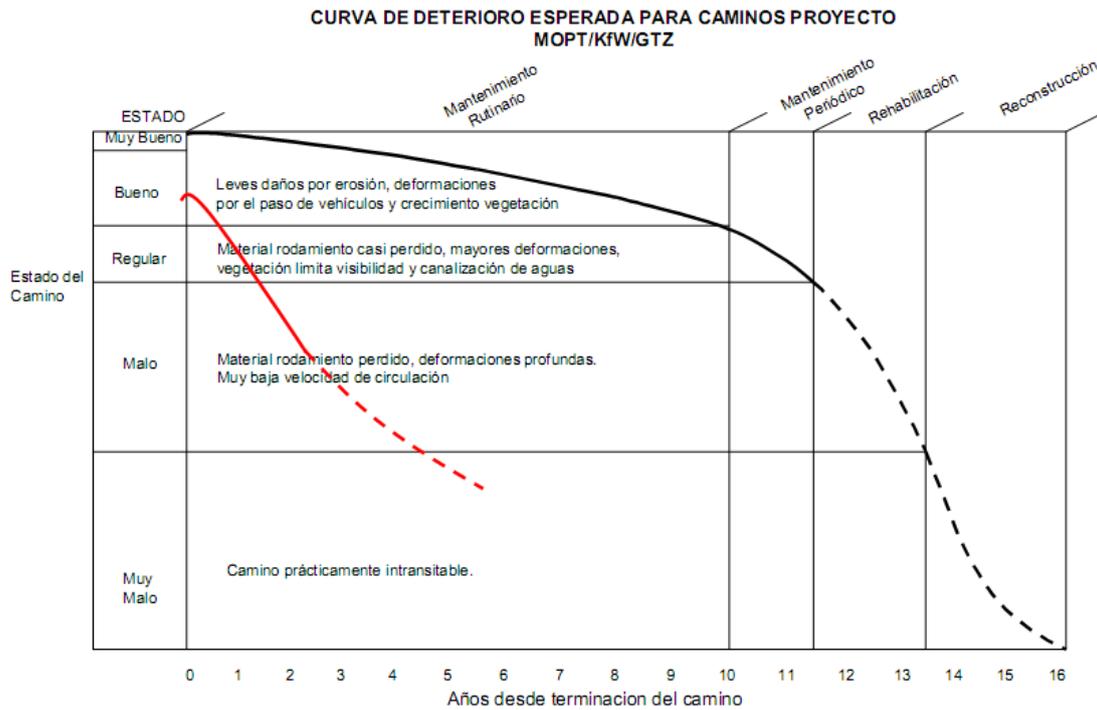


Figura 5. Ejemplo de una curva de deterioro para un camino

Fuente: Material elaborado por Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Tanto si la obra es contratada como ejecutada por administración, se debe elaborar un plan de aseguramiento de la calidad donde se definan los parámetros de esta, que se aplicarán por parte de la administración en cada etapa

del tratamiento, la frecuencia en que se realizarán las mediciones, los criterios de aceptación y paga y el manejo documental. A manera de ejemplo, en la tabla 1 se muestra el plan de aseguramiento de la calidad para el

control de una subrasante, aplicando la misma metodología se deben definir un sistema de calidad para:

El diseño geométrico: se deben establecer los parámetros a medir, la frecuencia e instrumentos de medición y el criterio de aceptación para:

*Derecho de vía*  
*Gradientes máximas*  
*Radios mínimos de curvatura*  
*Visibilidad mínima*

Los sistemas de drenaje y subdrenaje: se deben establecer los parámetros a medir, la frecuencia e instrumentos de medición y el criterio de aceptación para:

*Bombes y peralte*  
*Cunetas de tierra*  
*Alcantarillas*  
*Cabezales*  
*Canales de evacuación de agua*  
*Subdrenajes.*

La superficie de ruedo: se deben establecer los parámetros a medir, la frecuencia e instrumentos de medición y el criterio de aceptación para:

*Subrasante*

*Base y sub base* (pruebas de compactación y DCP, pruebas de humedad, etc.)

*Capa pre nivelada del material para la superficie de ruedo.*

*Capa terminada de la superficie de ruedo.*

Se muestra en el anexo 2, un plan de calidad completo elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, que podría servir para comprender mejor el concepto de un plan de verificación de la calidad y la elaboración del mismo, para los tratamientos superficiales.

Tabla 1. Ejemplo del plan de calidad para el control de la subrasante

<b>3.3. Subrasante</b>			
<b>Parámetros de calidad</b>	<b>Forma de medición</b>	<b>Frecuencia de medición <sup>(1)</sup></b>	<b>Criterio de aceptación</b>
Capacidad de soporte: CBR mínimo = 4% <sup>(2)</sup>	Penetrómetro dinámico de cono, DCP, según norma ASTM D6951-03, Ver Anexo 5.	5 mediciones por cada 500 metros o por fracción conformada si fuese menor; hasta una profundidad mínima de 30 cm.	El CBR medio obtenido no deberá ser inferior al valor especificado; no más de 2 mediciones podrán tener hasta 1 punto porcentual por debajo del valor especificado.

Fuente: Material elaborado por Ministerio de Obras Públicas y Transportes

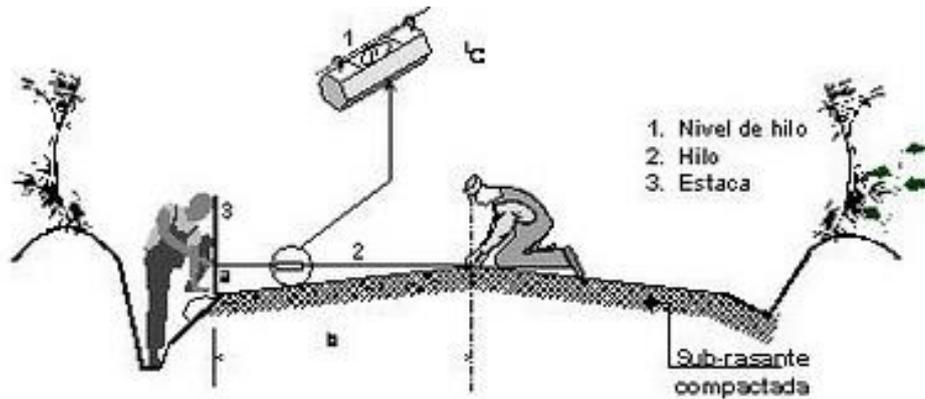


Figura 6. Ejemplo de mecanismos de medición que se pueden ejecutar como parte del aseguramiento de la calidad del tratamiento.

Estos son solo algunos ejemplos que se pueden establecer dentro de un plan de verificación de la calidad, que garantice una ejecución de la obra de acuerdo con el diseño de los planos y especificaciones, los parámetros a medir y la frecuencia de medición y criterios de aceptación en cada fase de la obra, deben ser establecidos por el ingeniero en la etapa de diseño como parte del sistema de calidad.

## Licitaciones

El reglamento a la Ley de Contratación Administrativa, para el caso de las licitaciones, establece los requerimientos que deben constar en el expediente de la proveeduría, para efectos prácticos de verificación de estos, basta con aplicar la guía que a tal efecto fue facilitada por la auditoría interna y se muestra en el anexo 3.

## Ejecución

Es necesario que cada tratamiento cuente con una bitácora donde el ingeniero responsable de la obra dé fe de su actuar, a través de anotaciones respecto a los materiales, ensayos practicados, inspecciones realizadas, tipo de suelo en el sitio, observaciones sobre el proceso constructivo.

Se debe dar en esta etapa, un seguimiento al cronograma de la obra, indicando claramente la fecha en que inicia el tratamiento y en caso de ser necesario, tomar las medidas requeridas, si se

presentan desviaciones en los tiempos de ejecución de la obra, en caso de ser contratada, el seguimiento del cronograma permitirá el cobro las respectivas multas al contratista, cuando este incurra en atrasos, así como coordinar actividades de inspección, muestreos y pruebas de calidad.

Se debe de la misma manera, dar seguimiento al presupuesto estimado para el tratamiento, y tomar las acciones necesarias en caso de existir diferencias con respecto a los costos presupuestados. Paralelamente al control del presupuesto, se debe alimentar el SIGVI de manera que en cualquier momento se puedan determinar los aportes municipales que se han realizado en la obra, así como conocer el costo total de esta.

Es indispensable en esta etapa, desarrollar la construcción según los planos de diseño y las especificaciones técnicas. Es preciso que se construyan los sistemas de evacuación de agua pluvial y subterránea (drenajes y subdrenajes), que se establecieron en la etapa de diseño, ya que estos ayudarán a eliminar el agua natural del suelo, aumentando la resistencia de éste, así como a evacuar rápidamente el agua superficial, evitando problemas de socavación de los materiales.

Es necesario que este tipo de trabajos se realicen de previo a la construcción del tratamiento con el fin de mejorar la capacidad soportante de la subrasante, en los casos en los que la comunidad es la responsable de aportar obras como cunetas, cordón y caño, es necesario dar el seguimiento para que

estas obras se construyan, previo al inicio del tratamiento.

Finalmente, en esta etapa es esencial la inspección tanto del inspector designado como del ingeniero, donde se realicen correcciones oportunas sobre el proceso constructivo, material, calibración del equipo utilizado como el distribuidor de asfalto y el distribuidor de agregado entre otros y se lleven las respectivas actas de inspección y el cuaderno de bitácora.

## Calidad

Es esencial que el inspector de calidad definido y el ingeniero inspeccionen la obra y que hagan uso de las boletas establecidas para llevar los diferentes controles que se establecieron en la etapa de diseño denominado "Plan de verificación de la calidad".

Asimismo, el inspector debe comunicar los resultados al ingeniero responsable, quien tomará las medidas respectivas según cada caso. Se debe documentar la aplicación de los parámetros de calidad propuestos por parte de la administración en cada etapa del tratamiento (diseño geométrico, conformación de subrasante, colocación de base y subbase, colocación del tratamiento superficial, mantenimiento), según la frecuencia establecida, garantizando que se cumple con los criterios de aceptación establecidos en cada caso.

Si no se realizan las pruebas de verificación establecidas en la fase de diseño, es imposible realizar correcciones a tiempo, como calibración de equipos, rechazo de material inadecuado para base y subbase, compactación inadecuada de la base, subbase y superficie de ruedo, capacidad soportante inadecuada, anchos de calzada menores a los establecidos, porcentajes de bombeo inferiores a los establecidos, incumplimientos del diseño geométrico, espesores de base y subbase y tratamiento diferentes a los establecidos en el diseño, etc.

Consecuentemente con lo anterior, no se contará con un sustento documental que respalde la calidad del proyecto ante cualquier eventualidad y no se logrará supervisar efectivamente al

contratista (en los casos de obra contratada).

## Mantenimiento

Tal como se explica en la etapa de diseño, los tratamientos se diseñan para una determinada vida útil y su estado (serviciabilidad) se va a ver reducido con el tiempo hasta cumplir con el periodo para el cual fue diseñado, sin embargo, si no se efectúa un mantenimiento oportuno la estructura podría no cumplir con el periodo de vida para el cual fue diseñada sufriendo deterioros prematuros, así como condiciones inaceptables y riesgosas para el tránsito

Lo ideal en esta etapa es poder darle a la estructura un mantenimiento preventivo que permita el adecuado funcionamiento de la estructura en lugar de un mantenimiento reactivo en el que solo se interviene cuando el camino presenta grandes deterioros y la solución es una reconstrucción.

Un mal manejo del mantenimiento de los tratamientos superficiales en donde se generan obras sin prever los costos del mantenimiento podría conducir a una red vial colapsada, donde los recursos son insuficientes y todas las carreteras requieran una reconstrucción simultáneamente, además, de grandes inversiones que no perduran en el tiempo, pues las estructuras no alcanzan los periodos de diseño.

Deben implementarse nuevas técnicas de mantenimiento periódico, como riegos de sellado y sellado de arena, que impiden un mayor deterioro de la superficie al impermeabilizar las superficies, así como involucrar a las comunidades en actividades como bacheo y mantenimiento manual.

## Evaluación

Una vez que el proyecto ha concluido, es necesario realizar evaluaciones para verificar si el comportamiento del tratamiento coincide con la curva de deterioro generada en la etapa de diseño, de manera que se pueda graficar la curva propuesta vs. la curva real

y tomar acciones correctivas, tal como se explicó anteriormente.

El seguimiento de los diferentes tratamientos permitirá construir una base de datos sobre el comportamiento de los tratamientos que se realizan de manera que se puedan ir ajustando las curvas que se generan en la etapa de diseño y estas se acerquen cada vez más a la realidad. Esto permitirá una mejor planificación y un mantenimiento oportuno.

Es necesario un levantamiento periódico de la información, para que el seguimiento a la curva propuesta y el mantenimiento sea oportuno que evidencie entre otros aspectos las condiciones del drenaje y la superficie de ruedo, límites de velocidad y demás parámetros definidos en la etapa de diseño para medir la serviciabilidad del tratamiento.

Si no se da un seguimiento al comportamiento del tratamiento construido, no se logra evaluar si los tratamientos están cumpliendo la vida útil de diseño, de manera que se puedan concluir las causas del comportamiento de estos y evitarlas a futuro, ni valorar si se está realizando una adecuada gestión de proyectos.

## Conceptos básicos para fiscalización de puentes

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos,

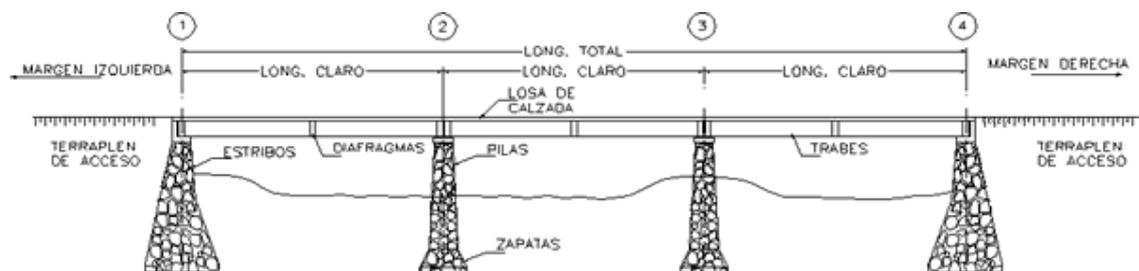


Figura 7. Elementos estructurales de un puente

Al igual que los tratamientos superficiales, los puentes también pasan por diversas etapas antes de entrar en operación, a continuación se describen las principales fases necesarias para la construcción de puentes.

valles, lagos o brazos de mar y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías.

La infraestructura de un puente está formada por los bastiones, las pilas y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los bastiones.

Las partes que forman un puente son:

Elementos portantes  
(Generalmente vigas).

En la Superestructura:  
Diafragmas.  
Sistemas de piso (Losas).  
Pilas y bastiones.

En la subestructura:  
Sistemas de apoyo.  
Otros elementos de soporte de la superestructura.  
Pilotes.

En la cimentación:  
Zapatas de cimentación.  
Juntas de dilatación.  
Sistemas de drenaje.  
Señalizaciones.

## Planificación

Dado que los puentes son un elemento en muchas carretas, su planificación debe analizarse como parte de estas. Por lo tanto, los proyectos que se desarrollen deben estar acorde con el plan regulador vigente y sustentados en las

proyecciones de la población hacia el futuro (crecimiento demográfico y distribución), la circulación del tránsito y la localización de las vías públicas principales, así como las rutas y terminales del transporte, el adecuado acceso a las vías públicas, la provisión de espacio para estacionamientos, carga y descarga de vehículos fuera de las calles y los requisitos mínimos para la construcción de calles en urbanizaciones.

Es necesario además, determinar los proyectos que se ejecutarán; para ello es esencial una adecuada priorización, esta necesariamente está unida a la de caminos a intervenir. De manera que el orden del mantenimiento de los puentes debe realizarse de acuerdo con el orden de intervención de los caminos y en caso de que sobren recursos, construir nuevas obras tal como lo establece el Reglamento Sobre el Manejo, Normalización y Responsabilidad para la Inversión Pública en la Red Vial Cantonal, siempre bajo la modalidad de priorización con criterio técnico del análisis socioeconómico.

## Diseño

Como todo diseño, los estudios preliminares constituyen la base de los cálculos y son indispensables y en esencia si estos datos no se realizan o no son confiables, el diseño deja de tener sustento y sentido, las fórmulas y métodos de diseño por sí solos no son funcionales si no se alimentan con información razonable y técnica.

Se pueden considerar tres estudios básicos para diseño de los puentes:

### Estudios del caudal y diseño hidráulico:

Es necesario conocer el caudal del río sobre el cual se ubicará el puente, de manera que la altura del puente pueda ser determinada según el tirante crítico que presente el río, considerando el área tributaria a este, la infiltración área de sección transversal donde se colocará el puente, acorde con el diseño hidráulico.

### Estudios sobre la capacidad soportante del suelo:

Es uno de los factores que inciden sobre los costos y diseño de los puentes y

es parámetro esencial para determinar la profundidad y cimentación de los bastiones y pilas.

Si no se conoce el tipo y la capacidad soportante del suelo sobre el cual se cimentarán los bastiones y pilas, la profundidad que se establezca para cimentar será un dato incierto que podría ocasionar problemas de hundimientos de la cimentación o colapso de la misma en caso de que el suelo no soporte las cargas.

### Estudios topográficos (perfiles transversales y longitudinales.

Los estudios topográficos permiten:

Estimar el caudal de diseño, de manera que se puedan definir las áreas tributarias (agua que contribuye a la cuenca del río) y el área transversal de la sección donde se ubicará el puente.

Determinar la altura de los accesos al puente, el estudio topográfico permite seleccionar la altura óptima del puente considerando aspectos de accesos existentes o nivel existente de carretera.

Determinar la luz entre los bastiones o pilas que se requieran, en función de la geometría que tenga el cauce del río.

Definir la separación entre los bastiones y pilas para que sea la óptima, según las condiciones del sitio, en muchas ocasiones los bastiones se construyen dentro del caudal del río para reducir costos o por razones de espacio, sin embargo, este hecho aumenta la velocidad del agua bajo la estructura al reducir el área transversal y aumenta el riesgo de socavamiento de estos.

Un aspecto importante de resaltar es el perfil de la carretera sobre la cual se construirá el puente, ya que si no se considera el perfil topográfico de la carretera existente que se conectará con los accesos del puente, podría seleccionarse una altura inadecuada para la estructura que genere un aumento en los costos para poder crear los accesos.

El ingeniero puede recurrir a levantamientos de campo realizados con inspecciones visuales, fotografías y curvas de nivel del sitio que le ayuden en la toma

de decisiones, en los casos en los que no se pueda contratar un topógrafo para realizar los levantamientos.

Una vez que se conoce el contexto donde se ubicará la estructura y se han determinado factores como la altura a la cual se colocará el puente, su longitud y la capacidad soportante del suelo es necesario definir el tipo de puente (caja, colgante o vigas de acero y concreto reforzado) y elaborar los planos de construcción.

Los planos de construcción deben contener la información gráfica (secciones típicas), que indique el tipo de materiales a utilizar según el tipo de puente (caja, colgante o vigas de acero y concreto reforzado), longitud del puente, dimensiones de los bastiones, grados de acero a utilizar en losa y bastiones así como la distribución del mismo, tipo de vigas si son de concreto o acero y detalle de las mismas, obras complementarias como accesos u otras.

Si se trata de planos tipo, en los casos en los que los planos son aportados por otra institución, los mismos deben contar con el visado del CFIA, de manera que quede clara la responsabilidad, tanto del diseñador como del ingeniero a cargo de la construcción.

Debe resaltarse para los casos mencionados anteriormente, que el ingeniero a cargo de la construcción a partir del plano tipo que se utilice, ajustará la construcción a las condiciones del sitio, seleccionará la altura más apropiada según los parámetros antes expuestos, definirá si se requieren obras complementarias y realizar los estudios de capacidad soportante del suelo, es su responsabilidad ir más allá del diseño facilitado y lograr que este se ajuste a las condiciones del sitio de una manera funcional, segura y con calidad, justificando cualquier variación que se requiera en el diseño original.

Además, de los planos se debe definir al menos los métodos constructivos; procedimientos para el control de la obra; normas de calidad de los materiales y de los elementos que se construyan; rango de tolerancia en las variaciones con respecto a la calidad y dimensiones estipuladas y requisitos mínimos de equipo y mano de obra (características y cantidad) que se

deben utilizar, y cualquier otra especificación técnica que se considere necesaria.

Descripciones insuficientes o confusas probablemente provoquen problemas técnicos y económicos, como por ejemplo, atrasos en la ejecución de la obra, problemas para presupuestar, imprevistos en la etapa de ejecución como incorporación de elementos no contemplados que encarecen el proyecto o demolición de partes de la obra a causa de detalles poco precisos, etc.

Una vez que se cuenta con los planos, se debe elaborar un presupuesto detallado, que permita conocer con precisión la cantidad y características de los materiales (vigas, cemento, varillas, agregados, vibradores ,etc), mano de obra, maquinaria y herramientas por utilizar, obras conexas como accesos necesarios, modificaciones u otros, así como el precio de mercado, de cada uno de esos componentes de manera que, en forma bastante aproximada a la realidad, se puedan separar los fondos necesarios para llevar a cabo la obra, ya sea que esta se realice por contrato o administración, con recursos municipales o aportes comunales y de otras instituciones.

Deben presupuestarse además, los costos de las pruebas y ensayos a realizar como parte del control de calidad y del diseño, tal es caso de las pruebas de CBR, de resistencia del concreto, de calidad a los materiales o estudios de topografía.

Se debe de igual manera, elaborar el cronograma respectivo. En el caso de ser obra contratada, debe existir el cronograma propuesto por el contratista y el realizado por la administración, que brinde un parámetro de comparación con el trabajo propuesto por el adjudicatario

Finalmente, al igual que para los tratamientos superficiales, se debe establecer un sistema de verificación de calidad:

Un inspector de calidad definido

Las boletas establecidas para llevar los diferentes controles

El plan de muestreo, el manejo de las muestras

La elaboración de informes

El plan de verificación de calidad

Es necesario establecer para el plan de verificación de la calidad, los parámetros que se aplicarán por parte de la administración en cada etapa de la construcción del puente. A manera de ejemplo se pueden considerar:

Para la súper estructura: se deben establecer los parámetros a medir, la frecuencia e instrumentos de medición y el criterio de aceptación para:

*Vigas (parámetros de medición y verificación de la calidad a definir por el ingeniero).*

*Losa o superficie de rueda*

*Señalización*

*Juntas de dilatación*

Para la subestructura: se deben establecer los parámetros a medir, la frecuencia e instrumentos de medición y el criterio de aceptación para:

*Bastiones*

*Pilas*

Para la cimentación: se deben establecer los parámetros a medir, la frecuencia e instrumentos de medición y el criterio de aceptación para:

*Zapatas*

Ver anexo 2.

## Licitación

El Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa, para el caso de las licitaciones, establece los requerimientos que deben constar en el expediente de la proveeduría, para efectos prácticos de la verificación de estos, basta con aplicar la guía que a tal efecto fue facilitada por la auditoría interna y se muestra en el anexo 3

## Ejecución

Corresponde en esta etapa, ejecutar el diseño planteado en los planos y velar por el cumplimiento de las especificaciones, la calidad de los

materiales, como los agregados, la colocación del acero correspondiente en bastiones y losa, la construcción de los sistemas de drenaje y el cumplimiento de todas las especificaciones establecidas en la etapa de diseño.

La verificación de la calidad de los materiales es fundamental, ya que por ejemplo, materiales como la arena si está contaminada con material orgánico, puede alterar la mezcla de concreto de manera que sea necesario aumentar la cantidad de cemento para que la mezcla sea eficiente, esto conduce a aumentos en los costos de materiales planificados y variaciones en la calidad de la mezcla.

Consecuente con la idea anterior, se resalta la importancia de una adecuada supervisión e inspección de la obra, tanto por parte del inspector responsable como el ingeniero, de manera que se supervisen aspectos como relaciones agua-cemento de la mezcla, calidad de los materiales, y los procesos constructivos como el colado de elementos de concreto verificando la adecuada vibración de este material, además, de la colocación adecuada del acero (dirección, espaciamiento, grado) tanto en la losa (si esta es de concreto) como en los bastiones y pilas.

Es necesario que para cada puente que se construya, el ingeniero mantenga una bitácora en la que dé fe de su actuar, a través de anotaciones respecto a los materiales, ensayos practicados, inspecciones realizadas, tipo de suelo en el sitio, observaciones sobre el proceso constructivo, entre otros aspectos relevantes de la obra.

Además de la dirección técnica antes expuesta, durante la ejecución es esencial dar seguimiento al cronograma de la obra, indicando claramente la fecha en que inicia, y en caso de ser necesario, tomar las medidas requeridas si se presentan desviaciones; de la misma manera se requiere darle seguimiento al presupuesto estimado y tomar las acciones necesarias en caso de desviaciones.

Paralelamente al seguimiento del presupuesto, se debe llevar el SIGVI de manera que en cualquier momento se puedan determinar los aportes municipales que se han realizado en la obra, así como conocer el costo total de esta. El control del

cronograma permitirá cobrar las respectivas multas cuando se trate de obras contratadas y el contratista incurra en atrasos.

## Calidad

El aseguramiento de la calidad de la calidad es una etapa que va de la mano con la ejecución y para el caso de la construcción de los puentes no es la excepción y es una fase de gran importancia para el proyecto.

Se refuerza nuevamente para un adecuado control de la calidad, la idea de que un inspector de calidad definido debe inspeccionar la obra, además del ingeniero y hacer uso de las boletas establecidas para llevar los diferentes controles, asimismo debe comunicar los resultados al ingeniero responsable, quién tomará las medidas respectivas según cada caso.

Se debe documentar la aplicación de los parámetros de calidad propuestos por parte de la administración, en cada etapa de construcción del puente (diseño geométrico, colado de bastiones, colado de losa, calidad de materiales como arena, agregados, grado de acero, etc), según la frecuencia establecida, garantizando que se cumple con los criterios de aceptación establecidos en cada caso.

Este punto es de suma importancia porque es donde se garantiza el cumplimiento de las especificaciones técnicas mediante ensayos, pruebas de laboratorio, muestreos, mediciones, etc, que garanticen que el proceso constructivo cumpla con los estándares de diseño.

## Mantenimiento

Se deben, de acuerdo con lo planificado, realizar intervenciones de mantenimiento rutinario y periódico que eviten deterioros prematuros, condiciones inaceptables y riesgosas para el tránsito.

Para un adecuado mantenimiento es esencial un levantamiento constante de las condiciones de los puentes de manera que se evite un mantenimiento reactivo en donde solo se interviene cuando la estructura está dañada y presenta grandes deterioros como socavación de bastiones,

deterioro de losa, vigas con corrosión excesiva o en el peor de los casos la estructura colapsada

## Conceptos básicos para la fiscalización de bacheo con mezcla asfáltica

Esta actividad consiste en la remoción y eliminación de la superficie asfáltica deteriorada existente, en la reconformación, reemplazo y/o adición de material de base y/o subbase subyacente (de ser necesario) y recompactación de las mismas y en la colocación y compactación de una nueva superficie asfáltica en el área que será reparada, en coincidencia con los niveles de la superficie original.

Se deben seguir los siguientes pasos para un adecuado bacheo:

- a) Colocar elementos de seguridad y ubicar personal para orientar el tránsito.
- b) Señalar las áreas a bachear en formas rectangulares o cuadradas con lados paralelos al eje de la vía.
- c) Cortar el material defectuoso alrededor del bache, cuando los baches son considerables se debe de traslapar 50 cm con la superficie que se encuentre en buen estado.

Se debe realizar del centro hacia los bordes, con el equipo apropiado para el tipo de parcheo a realizar. Debe realizarse el corte cuadrado o rectangular, con caras rectas y verticales. Un par de las caras debe formar ángulo recto con la dirección del tránsito. Las caras, lo más verticales y rectas posibles, junto con una buena compactación, son los aspectos más importantes en la técnica de un buen bacheo. Esto permitirá confinar apropiadamente la mezcla sin que el tránsito la empuje y saque por efecto del llanteo.

- d) Se debe realizar el saneamiento de la zona defectuosa, removiendo la superficie hasta la profundidad que sea necesaria para alcanzar un apoyo firme, removiendo y limpiando el hueco con herramientas manuales, escobas, etc, dejando limpia y sin material suelto el área. El fondo del bache debe estar parejo y firme.

e) Se coloca la liga, este es el riego de un producto que sirva de ligante para que adhiera la mezcla a la zona de reparación.

f) Se coloca la mezcla asfáltica en caliente en el espesor suelto necesario, para que una vez compactada queden niveladas con las áreas circundantes.

g) Compactación de la mezcla adecuadamente con el rodillo vibratorio y luego con el rodillo neumático, si se trata de áreas extensas. Se comenzará la compactación en las esquinas o bordes y luego se trabajará hacia el centro del bacheo.

h) Verificar que no existan irregularidades en la superficie, empleando una regla de 3m. Se corregirá, si es necesario, agregando mezcla caliente.

i) Se retirarán los elementos de seguridad y dejará libre el tránsito.

La etapa más importante en el bacheo, es la ejecución y el control de la calidad, de manera que el procedimiento sea efectuado correctamente, garantizando su duración en el tiempo.

## Metodología de fiscalización

### 1. Definir el alcance del estudio:

El primer paso es determinar la cantidad y de proyectos a fiscalizar, se recomienda que sean proyectos en ejecución, de manera que se puedan medir los parámetros de campo.

Pueden realizarse variantes en esta etapa, ya que se podría hacer un estudio completo de un determinado proyecto o se podría analizar un aspecto específico de los proyectos, por ejemplo: Análisis de los procedimientos utilizados para el conteo vehicular, estudio de las condiciones en los sistemas de drenaje, estudio sobre el estado del mantenimiento periódico en diversos caminos ya ejecutados, estudio sobre el sistema de planificación y presupuesto, entre otros.

Para el caso de los estudios sobre el diseño es necesario que sean realizados por un profesional en la materia.

### 2. Revisión de la normativa aplicable:

Se debe realizar una revisión de la normativa que afecta las obras que se van a analizar según el periodo en el que éstas se hayan ejecutado: Ley de caminos, Ley N° 8114, Ley General de Administración Pública, etc.

### 3. Revisión de expedientes:

Se debe para ello, solicitar el expediente técnico de la obra en el subproceso de conservación técnica vial y el expediente de contratación que maneje la proveeduría municipal (en caso de que el alcance del estudio lo amerite y exista alguna licitación o contratación).

4. Inspección al sitio donde se construyen o se construyeron las obras para la verificación de aspectos en campo.

5. Utilización de los instrumentos 1, 2 ó 3 mostrados en los apéndices:

Según sea el caso para la evaluación del proyecto total o puntos específicos de este, según sea el alcance propuesto. (Los instrumentos deben llenarse con la información recopilada en campo y la revisión documental de expedientes).

### 6. Análisis de resultados

### 7. Elaboración de borrador de informe

8. Reunión con el ente fiscalizador para comunicación de resultados:

Esta reunión es para dar a conocer los resultados a los departamentos fiscalizados antes de ser comunicados

9. Redacción de minuta de reunión de comunicación de resultados.

10. Elaboración de informe final de resultados:

El informe final contendrá los resultados de las revisiones realizadas, con gráficos ilustrativos que indiquen el porcentaje de incumplimiento o riesgo de las obras que se ejecutan, las principales debilidades, sus consecuencias y respectivas recomendaciones.

Se pretende que la auditoría tenga un carácter facilitador a la administración y que además, de las labores de identificación de debilidades pueda aportar soluciones prácticas que mejoren las condiciones de riesgos que se encuentren.

11. Redacción de oficio y comunicación de resultados al concejo municipal.

## **Aplicación de la herramienta propuesta**

La implementación de la herramienta propuesta consistió en aplicar los formularios incorporados en el manual planteado en un proyecto de tratamiento superficial, un puente y bacheo mecanizado, que se estén ejecutando en la MPZ.

Se escogió para estos efectos, el tratamiento superficial Barrio Los Ángeles, el puente El Encanto y el bacheo mecanizado denominado “Calles del Distrito de San Isidro”.

La implementación de la herramienta en casos específicos dio como resultado calificaciones para los tres proyectos evaluados, de esta manera se obtuvieron calificaciones para las obras evaluadas de 50, 58 y 56 para el bacheo mecanizado, el tratamiento superficial bituminoso y el puente respectivamente.

Las tablas 1, 2 y 3 que se presentan a continuación muestran el resumen de los resultados obtenidos.

**Tabla 1.** Aplicación de la Herramienta Propuesta en Tratamientos Superficiales Bituminoso

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES								
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS	
Planificación	Plan regulador	Acorde a las necesidades de planificación vial del cantón.				1	Era un compromiso adquirido pues ya se había realizado la primera etapa.	
	Priorización de caminos a intervenir	Basada en el Índice de viabilidad técnico social (IVTS) y estudios socioeconómicos.				1	No existe evidencia documental de alguna programación o priorización, se realiza, pero en la práctica	
Diseño	Estudios preliminares: Tránsito promedio diario, estudios topográficos, estudios de capacidad soportante de la subrasante (ensayos DCP)	Estudios realizados con anticipación, y lo más cercanos la realidad.				1	Inventarios, pruebas de suelo, TPD (dato aportado MPZ)	
	Planos constructivos	Espesor de base, subbase, y tratamiento superficial y materiales a utilizar.	1					Sí es elaborado por la empresa consultora
		Sistemas de drenaje y subdrenaje (cunetas, alcantarillas, cabezales, etc).				1		No son parte del diseño, ya estaban hechas fueron, ejecutadas por MPZ.
		Pendientes de bombeo y peralte.	1					Cortes, perfiles, estaciones, elevaciones
		Ancho de calzada	1					
		Derecho de vía	1					
		Gradientes máximas	1					
		Radios mínimos de curvatura	1					
		Distancia mínima de visibilidad		1				No se solicitó la demarcación
		Obras complementarias como taludes u otros				1		Cordón y caño ya estaban hechos
	Presupuesto	Cantidades de material requerido para el tratamiento superficial, base, sub base, y estabilizaciones en caso de ser requerido.	1					
		Cantidades de material requeridos para los sistemas de drenaje y otras obras conexas en (caso de existir)				1		
		Costos unitarios de los materiales.	1					
		Cantidad y tipo de equipo (excavadora, compactadora, distribuidor de agregados, distribuidor de asfalto).	1					

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES								
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS	
Diseño	Presupuesto	Costos unitarios del equipo	1					
		Personal requerido	1					
		Costo unitarios del personal requerido.	1					
		Costos de las pruebas de calidad que se practiquen (ensayos DCP, pruebas de compactación etc)		1				No se incluyó
		Costo total de la obra	1					Otros costos; póliza de riesgos de trabajo e imprevistos
	Cronograma	Actividades a realizar (en los casos de solicitud de materiales a MOPT u otra institución se debe de contemplar las solicitudes de los materiales dentro de la programación).	1					La emulsión ya esta programada y si no hubiera material, no se realizaría el proyecto.
		Duración de cada actividad	1					
		Ruta crítica identificada.		1				
		Pruebas de calidad a realizar					1	Solo topografía, el caso se realiza en el momento que se requiera, o se programa, por ejemplo, sacar puntos cada 50m.
	Memorias de cálculo.	Duración total de la obra	1					
		Memoria de cálculo diseño geométrico	1					Son aportadas por el consultor
		Memoria de cálculo diseño estructural	1					Son aportadas por el consultor
	Especificaciones técnicas.	Memoria de cálculo del presupuesto.	1					
		Descripción de materiales a utilizar, calidad esperada	1					Las especificaciones las realiza la municipalidad, extensión y compactación del agregado calidad, ligante
		Indicación de los valores de compactación esperados en las diferentes capas (base, sub base, tratamiento).	1					
		Indicación de los anchos de calzada, radios de curvatura, distancia mínima de visibilidad					1	No se identificó en planos las distancias mínimas de visibilidad.
		Indicaciones de los porcentajes de bombeo requeridos en los tramos rectos y el peralte requerido en las curvas, gradientes máximas.	1					En planos

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Diseño	Especificaciones técnicas.	Descripción de procedimientos constructivos y trabajo a realizar.	1				
		Indicación de cantidad de emulsión a colocar por m2 en las diferentes capas de riego.	1				Está en el presupuesto
Licitación	Expediente	Expediente de proveeduría completo según ley de contratación administrativa	1				
Ejecución	Cuaderno de bitácora.	Cuaderno de bitácora actualizado, y con anotaciones relevantes	1				
	Seguimiento del cronograma del proyecto.	Seguimiento oportuno y actualizado del cronograma del proyecto			1		Se controla en bitácora; si hay retrasos, solo se reflejan en la bitácora.
	Seguimiento control costos del proyecto	SPEM o SIGVI actualizado	1				
		Seguimiento oportuno y actualizado del presupuesto del proyecto		1			Lo único que puede variar son las máquinas de la municipalidad, las contrataciones y compras se hacen antes del proyecto por lo que el presupuesto no varía.
	Construcción de todos los componentes establecidos en planos	El ancho de calzada, porcentaje de bombeo, espesores de base, subbase, y tratamiento así como los materiales para cada una, variaciones de espesores (en los casos que aplique), y sistemas de desfogue de agua pluvial, drenajes, subdrenajes y todo lo referente al diseño geométrico (Radios de curvatura, visibilidad mínima, visibilidad mínima.)	1				

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Ejecución	Cumplimiento de especificaciones*	Métodos constructivos; procedimientos para el control de la obra; normas de calidad de los materiales como agregados (pruebas granulométricas), cumplimiento del rango de tolerancia en las variaciones con respecto a la calidad y dimensiones estipuladas y requisitos mínimos de equipo y mano de obra (características y cantidad) que se deben utilizar.	1				
	Seguridad*	Se siguen las medidas y se cuenta con el equipo de seguridad establecido según el departamento de seguridad laboral y salud ocupacional.	1				Equipo de protección personal
	Sistemas de drenaje y subdrenaje adecuados *		1				

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES									
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS		
Calidad	Sistema de control de calidad	Designación de inspector(es), responsables de supervisar	1				Un inspector a tiempo completo por parte de la empresa consultora, Inspección Ing. Municipal.		
		Definición de boletas y formularios a utilizar para la recolección de la información y mediciones.				1	Lo que se hace son las actas de inspección Se lleva control de maquinaria con boleta, control agregados (la cantidad colocada, lo que se considera son la cantidad de m3 colocados.)		
		Plan de muestras a realizar	1				El plan de muestreo es ejecutado por el consultor, DCP, control de agregado, control de temperatura de emulsión, control de agregado, control de compactación.		
		Plan de verificación de calidad	1				Consultor entrega los resultados		
	Existencia de un plan de aseguramiento de la calidad o plan de autocontrol	Verificación del diseño geométrico: formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación de aspectos como: derecho de vía, gradientes máximas, radios mínimos de curvatura y visibilidad mínima	1					Lo controla la Topografía, esta establecido dentro del cartel para la contratación	
		Verificación de los sistemas de drenaje: definición de las formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación de aspectos como: peralte bombeo, cunetas, alcantarillas, cabezales, cordón y caño y subdrenajes.				1		No se consideran los sistemas de drenaje porque ya se han construido previamente.	
		Verificación de la base y subbase: definición de las formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación (compactación, espesores y materiales utilizados, CBR)		1				No existe como tal, se realizan revisiones pero en la práctica.	
		Verificación de la subrasante definición de las formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación (compactación, CBR. Calidad de los materiales, espesor de la capa)		1				No existe como tal, se realizan revisiones pero en la práctica.	

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Calidad	Existencia de un plan de aseguramiento de la calidad o plan de autocontrol	Verificación de la superficie de ruedo definición de las formas e instrumentos de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación (compactación y CBR, material colocado/m2, calidad de la emulsión, bombeo y peraltes)		1			No existe como tal se realizan revisiones pero en la práctica.
	Seguimiento del plan de aseguramiento de la calidad propuesto por la administración.	Ejecución del plan de calidad propuesto	1				No existe como tal, sin embargo, sí se controla la calidad en la práctica.
	Seguimiento plan de aseguramiento de la calidad de propuesto por la empresa contratada	Ejecución del plan de calidad propuesto	1				No existe como tal, sin embargo, sí se controla la calidad en la práctica.

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Mantenimiento	Programa de mantenimiento rutinario	Programación de actividades de bacheo, limpieza de vías, limpieza de drenajes control de vegetación (coordinado con promoción social)				1	Trabajo social solo mantenimiento de camino.
	Programa de mantenimiento periódico	Programa de restauración con sellos asfálticos o recarpeteos asfálticos, u otros en donde se proyecte la fecha en que se requiere este tipo de intervención para renovar la estructura.		1			Mantenimiento reactivo
	Ejecución de mantenimiento rutinario establecido en la etapa de diseño.*				1		La tiene poco tiempo de haberse ejecutado
	Ejecución de mantenimiento periódico establecido en la etapa de diseño.*				1		La obra está recién ejecutada
Evaluación	Una vez que le proyecto ha concluido se realizan evaluaciones para verificar si el comportamiento del tratamiento coincide con el propuesto.				1		La obra está recién ejecutada

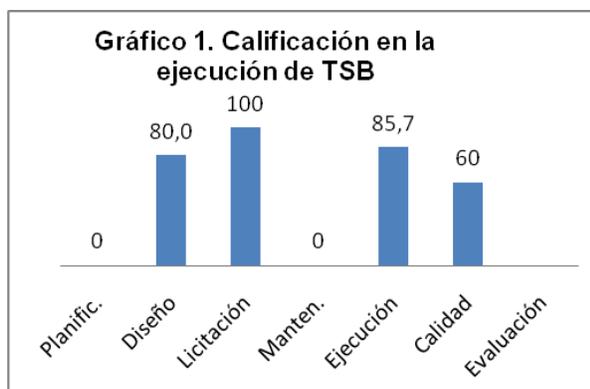
Fuente: Tratamiento Superficial Bituminosos Barrio Los Angeles, ejecutado por MPZ.

\*Verificación en campo

De la tabla 1 se generan los siguientes resultados para cada una de las etapas evaluadas para el tratamiento superficial bituminoso de Barrio Los Angeles

Los resultados se generan directamente en la hoja de Excel y permiten identificar las etapas con mayores debilidades.

Tratamiento Superficial Bituminoso						
Calificación parcial						
	SI	NO	NA	PA	Total	Calificación
Planific.	0	0	0	2	2	0
Diseño	24	3	2	3	30	80,0
Licitación	1	0	2	0	1	100
Manten.	0	1	2	1	2	0
Ejecución	6	0	1	1	7	85,7
Calidad	6	3	1	1	10	60
Evaluación	0	0	1	0	0	
Totales	37	7	9	8		54,3



En este caso específico la aplicación de los formularios permite observar que las etapas más débiles son: la planificación, el mantenimiento y la y calidad, especialmente la planificación y el mantenimiento.

La calificación obtenida para el mantenimiento obedece mantenimiento a que al hecho de que no se proyectó el mantenimiento que este tratamiento va a requerir, esta debilidad está ligada a la evaluación, ya que al no existir un monitoreo y una proyección de la vida útil del trabajo realizado, es difícil que el camino sea intervenido oportunamente.

Así mismo se observan debilidades de planificación, estas según los formularios aplicados, se enfocan básicamente hacia las políticas de priorización de caminos a intervenir y a la existencia de políticas globales de planificación en lo que respecta al crecimiento del cantón. Vale la pena retomar el hecho de que, en este caso específico existen estas políticas sin embargo están desactualizadas y se está trabajando en la actualización.

En el caso del tema de la calidad, la calificación obtenida refleja sus principales debilidades en la ausencia de un plan de aseguramiento de la calidad. Este aspecto es relevante por cuanto no se están estableciendo formalmente los parámetros a medir, los responsables de llevar a cabo las mediciones, y los mecanismos para hacerlo que garanticen que la obra se ejecutó con calidad, sin embargo en las observaciones realizadas se indicó que en la práctica si se lleva el autocontrol del contratista y se verifica la calidad por medio de la empresa

consultora e inspecciones del ingeniero municipal.

En cuanto al diseño y la ejecución pese a que se obtuvieron calificaciones aceptables, existen debilidades en cuanto al presupuesto, básicamente porque no se incorpora dentro del presupuesto el dinero requerido para la realización de las diferentes pruebas de calidad y estudios preliminares, así mismo por la falta de seguimiento de del presupuesto en la etapa de ejecución.

De manera global el tratamiento evaluado obtuvo una calificación de 54,3.

En general la aplicación del formulario pretende identificar las etapas con mayores riesgos y crear la posibilidad de mejorar las debilidades detectadas, siempre y cuando la institución esté en capacidad de hacerlo. De manera que el control interno sea congruente y razonable tal como lo establecen las normas de control interno.

**Tabla 2.** Aplicación de la Herramienta Propuesta en un bacheo con mezcla asfáltica

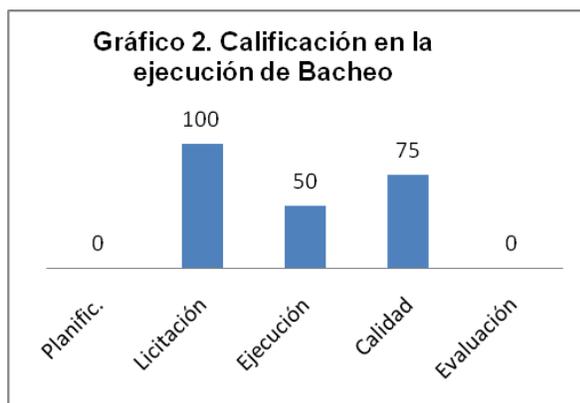
BACHEO CON MEZCLA ASFÁLTICA							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	P A	COMENTARIOS
Planificación	Priorización de caminos a intervenir	Basada en el Índice de viabilidad técnico social (IVTS), y estudios socioeconómicos.		1			Las partes críticas
Licitación	Expediente	Expediente de proveeduría completo según ley de contratación administrativa.	1				
Construcción	Seguimiento del cronograma del proyecto.	Seguimiento oportuno y actualizado del cronograma del proyecto.		1			No existe cronograma
	Seguimiento del control costos del proyecto	SPEM o SIGVI actualizado	1				
		Seguimiento oportuno y actualizado del presupuesto del proyecto		1			Cada vez que se necesita, se hace una modificación
	Cumplimiento de especificaciones*	Han sido definidas por el Ing.			1		
Calidad	Seguridad*	Se siguen las medidas y se cuenta con el equipo de seguridad establecido según el departamento de seguridad laboral y salud ocupacional.	1				Cuando se hace la contratación, se dice lo que se ocupa.
		Designación de inspector (es) responsables de supervisar	1				
	Sistema de control de calidad	Plan de aseguramiento de la calidad o plan de autocontrol.	1				
	Seguimiento del plan de aseguramiento de la calidad propuesto por la administración.	Ejecución del plan de calidad propuesto	1				Se cuenta con un inspector que supervisa la obra, y lleva las actas de inspección.
Seguimiento plan de aseguramiento de la calidad de propuesto por la empresa contratada.		Ejecución del plan de calidad propuesto		1			En la práctica, no se aplica.

BACHEO CON MEZCLA ASFÁLTICA							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	P A	COMENTARIOS
Evaluación	Una vez que el proyecto ha concluido, se realizan evaluaciones para verificar si el comportamiento del tratamiento coincide con el propuesto.			1			

Fuente: Bacheo Mecanizado realizado en calles de San Isidro por MPZ

De la aplicación del formulario presentado en la tabla 2 se generaron los siguientes resultados:

Bacheo Mecanizado						
Calificación parcial						
	SI	NO	NA	PA	Total	Calificación
Planific.	0	1	0	0	1	0
Licitación	1	0	0	0	1	100
Ejecución	2	2	1	0	4	50
Calidad	3	1	0	0	4	75
Evaluación	0	1	0	0	1	0
Totales	6	5	1	0		45,0



En el caso del bacheo evaluado, la aplicación del formulario permite observar que existen debilidades en cuanto a la planificación, específicamente a la priorización. Esta debilidad está ligada al mantenimiento y seguimiento de los tratamientos superficiales, ya que al no existir un

seguimiento de los proyectos y un mantenimiento oportuno esta actividad no se planifica, por el contrario se convierte en una técnica utilizada de manera reactiva, cuando los tratamientos presentan gran deterioro.

Se presentan también debilidades en el seguimiento, en este punto se resalta el hecho de que no se controla la duración de los trabajos realizados y su efectividad.

Las debilidades que se reflejan en las etapas de ejecución y de calidad, se enfocan al cumplimiento de las especificaciones técnicas y al aseguramiento de la calidad, esto debido a que por tratarse de obras menores no se tiene un sistema de aseguramiento de calidad como tal solo se verifica la ejecución en campo.

Finalmente se desprende como resultado una calificación global de 45, situación que puede mejorar con una adecuada planificación, con la utilización de otras técnicas de mantenimiento y un adecuado aseguramiento de la calidad.

**Tabla 3.** Aplicación de la Herramienta Propuesta en puentes

PUENTES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Planificación	Plan regulador	Acorde a las necesidades de planificación vial del cantón.	1				Se intervino por emergencia, existe el plan pero está desactualizado se está trabajando en esta actualización.
	Priorización de caminos a intervenir	Basada en el Índice de viabilidad técnico social (IVTS) y estudios socioeconómicos.	1				Se intervino por emergencia luego de la Tormenta ALMA.
Diseño	Estudios preliminares	Caudal de diseño, capacidad de soporte de suelo, estudios topográficos. (Parámetros para definir altura, tipo de puente, etc)				1	No han realizado pruebas de suelo, ni tampoco se han estudios de caudales, solo estudios topográficos.
	Planos constructivos	Detalle de losa (acero, espesor, concreto, recubrimiento, o punta de diamante en caso de puentes colgantes)	1				Facilitados por el MOPT
		Detalle de bastiones (dimensiones, acero, altura)	1				
		Tipo de vigas a colocar (dimensiones)	1				
		Detalles constructivos (empalmes de vigas, conectores de cortante, distribuciones de acero, cables, viguetas, tensores).	1				
	Presupuesto	Cantidades de material requerido para bastiones, losa, (vigas, conectores, cemento, acero, etc)	1				
		Cantidades de material requerido para los sistemas de drenaje y otras obras conexas como accesos al puente en (caso de existir).		1			No se consideraron las obras conexas.
Costos unitarios de los materiales.		1					

PUENTES								
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS	
Diseño	Presupuesto	Cantidad y tipo de equipo (vibradores, mezcladora).	1					
		Costo unitarios del equipo	1					
		Personal requerido	1					
		Costos unitarios del personal requerido.	1					
		Costos de las pruebas de calidad que se practiquen (ensayos DCP, pruebas de resistencia del concreto)		1				Las pruebas de resistencia del concreto las realiza la municipalidad, la evidencia documental es un acta donde se indica que no se incluye los costos de los ensayos de suelos.
	Costo total de la obra	1					Sí se incluye, pero debe considerarse que no incluye los costos de las pruebas de resistencia de suelo.	
	Cronograma	Actividades a realizar (en los casos de solicitud de materiales a MOPT u otra institución, se debe contemplar las solicitudes de los materiales dentro de la programación).		1				Se inicia como si se tuviera todo, la solicitud se hace antes de indicar el puente para las estructuras de apoyo y otra para la segunda etapa que es la súper estructura, el MOPT da los materiales hasta se tengan los bastiones.
		Duración de cada actividad	1					
		Ruta crítica identificada.		1				
		Pruebas de calidad a realizar		1				
		Duración total de la obra	1					
	Memorias de cálculo.	Memoria de cálculo diseño geométrico	1					Planos
		Memoria de cálculo diseño estructural	1					Planos
		Memoria de cálculo del presupuesto.	1					
	Estudios preliminares	Estudios de suelos		1				
		Estudios topográficos	1					
		Estudio de necesidades	1					

PUENTES								
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS	
Diseño	Especificaciones técnicas.	Descripción de materiales a utilizar, calidad esperada	1				Se usan las de los planos	
		Indicación de los valores resistencia de concreto, otros	1					
		Indicación de altura del puente, ancho.	1				Planos	
		Indicaciones de los porcentajes de bombeo	1				Planos	
		Descripción del tipo de puente, procedimientos constructivos y trabajo a realizar.	1				Planos	
Licitación	Expediente	Expediente de proveeduría completo			1		Obra ejecutada por la administración	
Ejecución	Cuaderno de bitácora.	Cuaderno de bitácora actualizado, y con anotaciones relevantes	1					
	Seguimiento del cronograma del proyecto.	Seguimiento oportuno y actualizado del cronograma del proyecto				1	Se controla en bitácora, si hay retrasos solo se reflejan en la bitácora.	
	Seguimiento del control costos del proyecto	SPEM o SIGVI actualizado		1				
		Seguimiento oportuno y actualizado del presupuesto del proyecto			1			Las contrataciones y compras se hacen antes del proyecto, por lo que el presupuesto no varía.
	Construcción de todos los componentes establecidos en planos.*	(Secciones típicas), tipo de materiales a utilizados según el tipo de puente (caja, colgante o vigas de acero y concreto reforzado), longitud del puente, dimensiones de los bastiones, grados de acero a utilizar en losa y bastiones así como la distribución del mismo, vigas si es de concreto o acero, accesos y obras adicionales.	1					

PUENTES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Ejecución	Cumplimiento de especificaciones.*	Métodos constructivos; procedimientos para el control de la obra; normas de calidad de los materiales, cumplimiento del rango de tolerancia en las variaciones con respecto a la calidad y dimensiones estipuladas y requisitos mínimos de equipo y mano de obra (características y cantidad) que se deben utilizar.	1				
	Seguridad*	Se siguen las medidas y se cuenta con el equipo de seguridad establecido según el departamento de seguridad laboral y salud ocupacional.	1				
Calidad	Existencia de un sistema de control de calidad	Designación de inspector (es) responsables de supervisar	1				Encargado de cuadrilla
		Definición de boletas y formularios a utilizar para la recolección de la información y mediciones.				1	SPEM, materiales, las pruebas se llevan por el ingeniero en las actas, el control lo hace el ingeniero.
		Plan de muestras a realizar				1	Resistencia del concreto, pero en la práctica.
		Plan de verificación de calidad				1	Sí se realizan revisiones, arranques para colocar baranda, separación del piso, tubos de drenaje. Bastiones dimensiones y cantidad que se requiere, se lleva pero en la practica, en la bitácora sí queda.
	Existencia de un plan de verificación de la calidad.	Verificación de super estructura, formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación. (placas, vigas, cables,				1	Solo en la práctica no está establecida. La evidencia queda en bitácora y actas

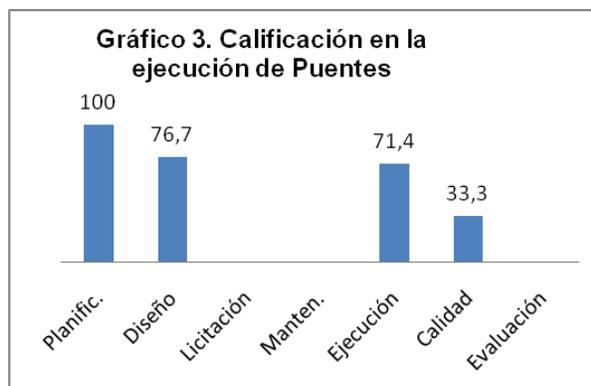
PUENTES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
Calidad	Existencia de un plan de verificación de la calidad.	losa de concreto o piso,etc)					
		Verificación de los sistemas de drenaje: definición de las formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación.				1	Solo en la práctica no está establecida. La evidencia queda en bitacora y actas
		Verificación de la infraestructura: definición de las formas de medición, periodicidad de las pruebas, y el criterio de aceptación. (pilas, fundaciones, bastiones)				1	Solo en la práctica no está establecida. La evidencia queda en bitacora y actas
	Seguimiento del plan de calidad propuesto por la administración.					1	
	Seguimiento plan de calidad propuesto por la empresa contratada.	Ejecución del plan de calidad propuesto				1	
Mantenimiento	Programa de mantenimiento rutinario	Programación de actividades de pintura , limpieza de vías, limpieza de drenajes control de vegetación (coordinado con promoción social)			1		La obra aún está en construcción
	Programa de mantenimiento periódico	Revisiones periódicas de la estructura (levantamiento de daños)			1		La obra aún está en construcción
	Ejecución de mantenimiento rutinario establecido en la etapa de diseño.				1		
	Ejecución de mantenimiento periódico				1		

PUENTES							
ETAPA	PARÁMETRO	CONDICIÓN	SI	NO	NA	PA	COMENTARIOS
	establecido en la etapa de diseño.						
Evaluación	Una vez que el proyecto ha concluido se realizan evaluaciones para verificar los estados de los puentes y tomar acciones correctivas oportunamente.				1		La obra aún está en construcción.

Fuente: Puente el Encanto, ejecutado por MPZ.

De la aplicación del formulario mostrado en la tabla número 3 se desprenden los siguientes resultados:

Puentes						
Calificación parcial						
	SI	NO	NA	PA	Total	Calificación
Planific.	2	0	0	0	2	100
Diseño	23	6	0	1	30	76,7
Licitación	0	0	1	0	0	
Manten.	0	0	4	0	0	
Ejecución	5	1	0	1	7	71,4
Calidad	1	0	0	2	3	33,3
Evaluación	0	0	1	0	0	
Totales	31	7	6	4		<b>70,4</b>



Según las calificaciones obtenidas las etapas que presentan mayor riesgo son la planificación y la calidad

En el caso de la calidad el principal problema es la ausencia de un plan de aseguramiento de la calidad, en ese sentido durante la aplicación del formulario se indicó que si se llevan controles, sin embargo no existe un método estándar y el seguimiento principales se realiza a través de inspecciones.

En la etapa de diseño la calificación refleja debilidades en el aspecto de estudios preliminares, por que no se incluyeron en el presupuesto y cronograma la realización de estos, de la misma manera tampoco se incluyó la construcción de obras conexas. Este último aspecto se resalta debido a que esta situación generó atrasos importantes; tal como se muestra en la figura 4 de este trabajo, el puente requiere de accesos y estos no se consideraron.

Las etapas de mantenimiento y evaluación no aplican debido a que la obra aún se encuentra en construcción.

La etapa de licitación tampoco aplica debido a que la obra se está ejecutando por la administración.

De manera global la obra obtuvo una calificación de 70 para el estado de avance en el que se encuentra, esta es producto de las debilidades antes descritas.

# Análisis de los resultados

Se logró, de acuerdo con los resultados obtenidos, evidenciar que la Municipalidad de Pérez Zeledón, cuenta con una estructura formal y básica en cuanto al personal para la ejecución de las obras.

Es necesario, para un correcto funcionamiento, una adecuada organización y una planificación integral, que permita la optimización de los recursos disponibles.

Los resultados obtenidos en la etapa de diagnóstico permitieron conocer muchos de los riesgos que se presentan en la ejecución de las obras estudiadas. Así mismo se consideraron para crear las matrices de riesgo de cada obra analizada.

Dentro de los aspectos más importantes que se plantearon en la etapa de diagnóstico y se retomaron en las matrices de riesgos, vale la pena analizar:

- La inadecuada planificación:

Se determinó, que en apariencia no se elaboran programaciones formales para la ejecución de tratamientos superficiales o bacheos con mezcla asfáltica.

El aspecto de la priorización de las obras es de vital importancia para una adecuada gestión y ejecución de estas, para ello es indispensable considerar la importancia socioeconómica de la vía y su historial de mantenimiento. Si no se establece claramente los mecanismos de priorización podrían incurrirse en el error de priorizar a criterio de los funcionarios o autoridades responsables. Lo que determina un divorcio entre el punto de vista de la entidad administrativa y las demandas sociales.

Lo anterior puede incurrir en círculo vicioso, en el cual las permanentes tensiones y presión social sobre la autoridad política, obliguen al organismo vial a actuar de manera reactiva, haciendo que en la práctica ninguna programación logre cumplirse y no se logre llevar a cabo una adecuada priorización.

- La medición del tránsito promedio diario

Es un aspecto fundamental, en el caso de los tratamientos superficiales, ya que determinará la cantidad de ejes equivalentes de diseño. Pese a que los resultados obtenidos muestran que la municipalidad cuenta con estos datos, con el diagnóstico se determinó que estos no están siendo recolectados de una manera adecuada, ya que son tomados de manera inmediata, sin establecer periodos para las mediciones.

Debe hacerse énfasis en este punto como un factor que muchas veces los ingenieros dejan de lado y es el hecho de considerar el diseño como un paquete de fórmulas y nada más, cuando en realidad este paquete de fórmulas no tiene sentido si no se alimenta con información real y confiable.

- Estudios de preliminares al diseño:

Este aspecto es delicado ya que antes del desarrollo de cualquier obra, es necesario determinar datos que permitan fundamentar el desarrollo de esta. Los estudios preliminares como capacidad soportante de suelo, estudios de tránsito, entre otros son los que dan respaldo a los diseños que se realicen.

Para el caso de los puentes según el diagnóstico, no se están realizando pruebas de capacidad soportante de suelo, situación que

afecta directamente los diseños que se realizan, y que conlleva a tener que suponer datos en el diseño y en la fase de ejecución.

Es necesario aclarar que no necesariamente significa que las obras van a fallar pero puede estarse incurriendo en sobre diseños.

- Ausencia de sistemas de aseguramiento de la calidad formalmente establecidos:

Si no se contempla en la fase de diseño la elaboración de planes de autocontrol de la calidad no se podrá controlar sistemáticamente la calidad de las obras.

La calidad de los tratamientos superficiales en el caso específico de la MPZ, es controlada por la empresa consultora del diseño y autocontrol por parte de contratista, esta labor necesita complementarse por personal municipal que ejecutará el plan de calidad propuesto por el ingeniero, para el control de la obra; sin embargo estos planes de autocontrol y verificación por parte de la administración no se generan.

Esta situación provoca que además de no tener un control propio de la institución, se estén utilizando recursos innecesariamente en actividades que podrían ser realizadas por personal municipal, como mediciones de pendientes de bombeo, mediciones de cantidad de emulsión colocada, u otros y realizar por contratación, solo las actividades para las cuales no se disponga de equipo en la institución como mediciones de compactación, o ensayos DCP.

Lo ideal es que el ingeniero organice el equipo humano con que cuenta, para optimizar la gestión de los proyectos y economizar recursos y contratar solo las actividades que sean estrictamente necesarias, como por ejemplo la realización de pruebas de capacidad soportante del suelo o DCP entre otras, que le permitan desarrollar su gestión como profesional.

En la figura 1, se puede observar que la municipalidad de Pérez Zeledón cuenta con un ingeniero dedicado específicamente al desarrollo técnico de los proyectos, sin embargo debido a la cantidad de obras que se desarrollan es conveniente analizar si el personal disponible es acorde con el volumen de trabajo.

- La contemplación de obras complementarias:

En las matrices de riesgos se consideró este aspecto como fundamental para el control de los costos y el cronograma de las obras. En la evaluación de la herramienta propuesta se presentó el caso donde no se contemplaron los accesos a un puente que ocasionó un desfase en los costos y cronograma propuestos, por lo cual importante resaltar la función del ingeniero, ya que, se requiere de su análisis para definir el alcance de cualquier proyecto y evitar estas situaciones.

Su labor en este sentido no se debe limitar a la ejecución de los planos, sino que debe ir más allá y determinar los requerimientos y realizar las modificaciones según el contexto de la obra.

- Problemas en la ejecución de las obras

Para el caso específico del bacheo con mezcla asfáltica, no se requiere una planificación exhaustiva, sin embargo no se debe menospreciar este tipo de obra, pues un mal procedimiento constructivo puede provocar que este tipo de trabajos sean defectuosos o de mala calidad, como se explicó en apartados anteriores.

En algunos de los bacheos observados durante la fase de diagnóstico, muestran una mala nivelación en la capa superior aplicada, no conformación y limpieza de la superficie perimetral del bache o la colocación de grandes espesores de mezcla asfáltica, estas situaciones ocasionan problemas de filtración, socavamiento y una mala adherencia del material aplicado.

La colocación de grandes espesores de mezcla asfáltica en baches profundos, causa problemas de adherencia entre la superficie perimetral del bache y la mezcla colocada, ya que por lo general los espesores de los tratamientos superficiales son menores.

Para los tratamientos superficiales que están siendo ejecutados, bajo la modalidad de contratación, se ha generado un aumento considerable en los costos de los proyectos, en ese sentido, se debe recurrir al ingenio del

profesional responsable para generar nuevas soluciones que sean razonables para la institución, y analizar la viabilidad de invertir recursos en contrataciones.

- La construcción de los sistemas de drenaje

Como parte de la ejecución de los tratamientos superficiales, es importante retomar los sistemas de drenajes, estas estructuras son esenciales para el correcto funcionamiento de las obras viales e influyen directamente en la vida útil de un pavimento, ya que ayuda a canalizar la fuerza erosiva del agua superficial y reducir la infiltración de esta a las capas inferiores.

Pese a la importancia de estas obras, mediante el diagnóstico se logró establecer que estas, en la mayoría de los casos quedan en manos de las comunidades, quienes se comprometen a su construcción y mantenimiento luego de finalizados los tratamientos, sin embargo, no siempre cumplen sus compromisos y los trabajos se deterioran con mayor facilidad.

- Un seguimiento oportuno de las obras:

Es necesario, sobre los resultados presentados en el diagnóstico, enfatizar la importancia de un adecuado mantenimiento de las diferentes estructuras, garantizando su funcionamiento durante la vida útil del diseño.

No se está considerando este aspecto para el caso de los tratamientos superficiales y se generan obras sin prever el futuro mantenimiento, esta situación puede generar grandes problemas, ya que si no se cambia este modelo de operación los tratamientos realizados van colapsando sin recursos suficientes para su mantenimiento, como consecuencia de ello se tendrá un sistema vial con altos riesgos para los usuarios y un mantenimiento reactivo que no permanece sobre estructuras colapsadas en condiciones adecuadas por mucho tiempo.

- Seguimiento a las obras construidas:

Esta problemática se une al mantenimiento de las obras, ya que no se realizan las curvas de deterioro de los tratamientos, situación que no permite conocer si

las obras están alcanzando su vida útil ni tomar medidas correctivas a tiempo.

Respecto a los puentes, considerando la importancia de estos para el acceso a las poblaciones, es necesario garantizar el buen estado de estas estructuras para la seguridad de los usuarios; en ese sentido, es necesario reforzar la idea del inventario de puentes que permita establecer prioridades de intervención, reduciendo los riesgos en la planificación, situación que aún está en proceso.

Por otra parte al analizar la aplicación de la herramienta generada y su implementación, se obtuvieron calificaciones de 70 para el caso del puente, 54 para el tratamiento superficial, y 45 para el bacheo con mezcla asfáltica,

Estos resultados presentan una limitación para su análisis, y es que, solo se evaluó un proyecto por cada tipo de obra lo cual representa casos aislados, y no se pueden generalizar los resultados como un comportamiento frecuente.

Sin embargo la aplicación permitió comprobar la funcionalidad de la herramienta creada.

Finalmente, se debe reforzar la idea de la importancia del papel de la auditoría como ente asesor para garantizar la eficiencia y eficacia de los procesos de construcción, bajo esquemas de calidad, es necesario tener en cuenta que pese a los logros alcanzados gracias a los procesos de fiscalización, se requiere un trabajo constante para que las mejoras permanezcan en el tiempo, pues la rotación de personal y los cambios de concejo afectan las políticas y sistemas de control que se generan.

# Conclusiones

Se desprende en términos generales en lo que respecta al diagnóstico elaborado sobre la gestión de tratamientos superficiales bituminosos, bacheo con mezcla asfáltica y puentes en la MPZ, las siguientes conclusiones:

Es necesario analizar si la estructura de la municipalidad, especialmente en lo que respecta al factor humano es suficiente para planificar, ejecutar y controlar de manera efectiva, la cantidad de obras que se ejecutan.

Para el caso de la MPZ, si bien es cierto se cuenta con un ingeniero e inspectores de caminos, el volumen de trabajo en cuanto a la supervisión, levantamiento de inventarios de caminos, diseño, labores de bacheo mecanizado, intervención de puentes y tratamientos superficiales, entre otras labores, es complejo si considera que para este cantón hay más de 1000 caminos inventariados.

En consecuencia con la idea anterior, existe la posibilidad de que los recursos humanos con que se cuentan sean insuficientes para desarrollar de manera óptima las labores requeridas. A esta situación debe unirse la disponibilidad de los recursos económicos con que cuenta la institución.

La implementación de pruebas de calidad y el mejoramiento de procesos en la ejecución de obras han mejorado en el presente año en gran medida por la

influencia de los estudios de la auditoría interna, situación que refuerza la posición de este ente asesor y de apoyo.

Los trabajos que actualmente están siendo contratados como es el caso de los tratamientos superficiales, han encarecido el costo de las obras, esta situación debe valorarse por el ingeniero, quién debe proponer alternativas viables para la institución.

Es necesaria la creación de un sistema de administración de pavimentos que permita planificar, controlar la construcción e intervenciones de los pavimentos que se ejecuten de manera que estos sean de calidad, con un mantenimiento oportuno y con las técnicas más apropiadas según las necesidades.

Se pueden establecer las siguientes conclusiones, con respecto a las etapas de una obra, los procesos mínimos de fiscalización y la creación de la herramienta planteada en el presente trabajo:

Es necesario establecer, el estado de serviciabilidad que se pretende mantener en cada camino, según los recursos disponibles y las políticas establecidas en el plan regulador, esto permitirá determinar el tipo de intervenciones a realizar y los momentos apropiados para hacerlo. Posteriormente, mediante la evaluación económico-social, hay que

programar la prioridad con que se van a intervenir los caminos.

El diseño de las obras debe ser un procedimiento proactivo, en el que el profesional a cargo utilice las bases del diseño para generar una optimización de los recursos. Tal es el caso de los tratamientos superficiales en los cuales se puede hacer uso de los sistemas de drenaje y subdrenaje para reducir la cantidad de agua en la subrasante, mejorando la capacidad de soporte de esta y reduciendo los espesores en las capas superiores.

Es necesario para la etapa de diseño, considerar el contexto de la obra, para que esta sea lo más funcional posible (taludes, accesos, etc.). También ir más allá del diseño de la propia obra y contemplar cualquier obra adicional que se requiera para el adecuado funcionamiento de la esta, esto reducirá los imprevistos durante la ejecución de la obra.

Se necesita mejorar los sistemas de medición de tránsito promedio diario, de manera que los datos que se obtengan sean lo más representativos posible de la realidad.

Se debe dar especial importancia a los estudios previos al diseño, ya que son la base de éste. Tal es el caso de la realización de pruebas de capacidad soportante del suelo, estudios tránsito promedio diario, entre otros, que permita fundamentar el diseño y garantizar la calidad de las obras.

Dado que la calidad es un factor que debe predominar en cualquier obra, es esencial un adecuado plan de aseguramiento de la calidad que se cumpla durante la fase de ejecución.

Es necesario que el ingeniero diseñe procedimientos ágiles para la medición de la calidad de los diferentes parámetros de las obras en la etapa de ejecución (compactación, diseño geométrico,

calidad de los agregados, etc.), así como la definición de los parámetros que requieren ser controlados y si es necesario, estudios de laboratorio, la periodicidad de las mediciones., factores de pago y de aceptación o rechazo en los casos en que las obras se realicen por licitación.

Es esencial que se contemple el mantenimiento de los tratamientos superficiales que se construyan y que este mantenimiento se ejecute oportunamente en lugar de ser un mantenimiento reactivo, esto permitirá un mejor control de las obras, distribución óptima de recursos, confort para los usuarios de las obras, entre otras cosas.

No se esta evaluando la eficiencia y rentabilidad de los trabajos que se efectúan lo cual es necesario para valorar la gestión vial, dar seguimiento a los proyectos realizados para determinar si están cumpliendo con el periodo para el cual fueron diseñados, de manera que se puedan analizar las causas de los deterioros prematuros, buscar nuevas soluciones, y, garantizar así la inversión de los recursos.

Es elemental en la etapa de ejecución, una adecuada inspección y los respectivos registros documentales de las mismas. Igualmente es necesario llevar un control de los costos y el cronograma, de manera que se puedan tomar medidas oportunas en los casos en los que se presenten desviaciones y conocer la inversión que se ha realizado en cualquier momento.

Se desprenden por su parte, de la aplicación de la herramienta creada las siguientes conclusiones:

La muestra evaluada es muy pequeña para poder generalizar comportamientos en los tipos de obras evaluadas, esto constituyó tal como se mencionó en el análisis de resultados una limitación en el presente trabajo, sin embargo las calificaciones obtenidas se concluyó:

En la evaluación del bacheo con mezcla asfáltica, los riesgos se concentraron en las etapas de calidad, planificación y la ejecución. Se establece que este tipo de obras podrían estar siendo subestimadas, y no se están realizando oportunamente con la calidad requerida, disminuyendo así su funcionabilidad y duración en el tiempo y aumentando los costos por la cantidad y frecuencia de trabajos de este tipo, los cuales van en aumento.

Este tipo de obra puede mejorarse si en lugar de colocar solo mezcla asfáltica se coloca material granular en el fondo del bache si éste es muy profundo, de esta manera se reducen costos en materiales y se logra una mejor adherencia entre las capas de la superficie.

Se puede concluir en general, sobre los resultados de la aplicación de la herramienta, muchas de las debilidades pueden solventarse con un cambio de actitud de la institución, por ejemplo, la concientización sobre la importancia de los estudios previos al diseño, la planificación ordenada, proyectada y basada en estudios técnicos de los proyectos que se realicen, la contemplación de recursos para el mantenimiento de los proyectos, la optimización de las labores del ingeniero de caminos, incorporación de la comunidad en los trabajos de mantenimiento, entre otros aspectos, que se pueden fortalecer con los recursos con que se cuenta.

La labor del ingeniero es fundamental en todos los procesos, este debe optimizar la utilización de los recursos disponibles, planificar, innovar y proponer alternativas de trabajo que permitan la construcción de todas las obras con calidad, antes, durante y posterior a la fase de construcción. Paralelamente el departamento de promoción social debe apoyar estas gestiones mediante capacitaciones eficientes y constantes a las comunidades de manera que estas se involucren realmente en el proceso y sean conscientes de la importancia del

mantenimiento de los caminos y su colaboración en estas labores.

La gestión vial municipal según los resultados expuestos, requiere de un cambio en su sistema de operación, que deberá ser adoptado en donde se analice la red vial como un conjunto y no como proyectos individuales, se requiere un sistema de administración de pavimentos de lo contrario, la red vial cantonal podría llegar a colapsar.

Finalmente, respecto a los procesos de fiscalización, se puede concluir que éste, es un proceso constante, ya que los logros que se van alcanzando se pueden debilitar con los cambios de administración y los cambios de personal.

Los procesos de fiscalización deben ser procedimientos en los que, además, de identificar las problemáticas que existen en la gestión de proyectos, se puedan emitir recomendaciones viables, técnicas y lógicas que conviertan la auditoría en una herramienta que ayude a promover y mantener en el tiempo un cambio que mejoren los procesos de gestión vial y aseguren la inversión de los recursos.

# Apéndices

Se adjuntan con el presente trabajo de graduación, tres apéndices:

El primer apéndice corresponde a tablas utilizadas en la fase de diagnóstico para ser aplicadas a personal de la MPZ.

Un segundo apéndice muestra las matrices de riesgo para las obras de: tratamientos superficiales, bacheo con mezcla asfáltica y puentes.

El tercer apéndice presenta los instrumentos de evaluación que se generaron para la fiscalización de tratamientos superficiales, bacheo con mezcla asfáltica y puentes.

# Anexos

Se adjuntan en el presente trabajo tres anexos:

Anexo 1: Norma ASTM D6951-03,

Anexo 2: Ejemplo de plan de calidad elaborado por el MOPT.

Anexo 3: Guía de Auditoría para la fiscalización del procedimiento de licitación, elaborado por el departamento de auditoría interna de la MPZ.

# Referencias

Secretaría de Integración Económica  
Costarricense, L. 2002. **MANUAL  
CENTROAMERICANO PARA EL  
DISEÑO DE PAVIMENTOS.**  
Guatemala.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes.  
**MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA  
CARRETERAS CAMINOS Y  
PUENTES.** Costa Rica.

Instituto del asfalto, Manual Series N° 19.  
**MANUAL BÁSICO PARA  
EMULSIONES ASFALTIAS.** Estados  
Unidos.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes,  
**ESPECIFICACIONES GENERALES  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
CARRETERAS CAMINOS Y  
PUENTES.** Costa Rica.

Gobierno Central de Costa Rica. 1968. **LEY DE  
PLANIFICACIÓN URBANA**

Gobierno Central de Costa Rica. 2002. **LEY  
GENERAL DE CONTROL INTERNO**

Gobierno Central de Costa Rica. . **LEY DE  
CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA**

Gobierno Central de Costa Rica. **LEY DE  
CONSTRUCCIONES**

Gobierno Central de Costa Rica. **LEY DE  
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA**

Gobierno Central de Costa Rica. **LEY DE  
SIMPLIFICACIÓN Y EFICIENCIAS  
TRIBUTARIAS.**

Gobierno Central de Costa Rica. **LEY GENERAL  
DE CAMINOS.**

Ramírez, F. 2010. **PLANIFICACIÓN, CONTROL,  
EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE  
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES,  
BACHEO Y PUENTES.** Pérez Zeledón.  
Comunicación personal.

Barquero, S. 2010. **PLANIFICACIÓN,  
CONTROL, EJECUCIÓN Y  
SEGUIMIENTO DE TRATAMIENTOS  
SUPERFICIALES, BACHEO Y  
PUENTES.** San José. Comunicación  
personal.

Roda, S. 2010. **PLANIFICACIÓN, CONTROL,  
EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DE  
BACHEO CON MEZCLA ASFÁLTICA.**  
San José. Comunicación personal.