

**INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-79-07**

**“EVALUACIÓN DE LAS LABORES DE DEMARCACIÓN HORIZONTAL
EN LA RUTA NACIONAL N° 2 CARRETERA INTERAMERICANA SUR,
SECCIÓN LA LIMA-SAN ISIDRO DE PÉREZ ZELEDÓN Y
LA RUTA NACIONAL N° 3, SECCIÓN MANOLOS-SAN MATEO”**

DICIEMBRE 2007

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
1. Potestades	4
2. Alcances y objetivos de la auditoría	4
3. Marco Teórico	5
3.1. Selección de materiales y métodos de aplicación.....	5
3.2. Consideraciones antes del inicio de la obra.....	9
3.3. Ejecución de la obra.....	10
4. Metodología de la auditoría técnica	11
5. Antecedentes	13
6. Hallazgos y Observaciones de la auditoría técnica.....	15
6.1. Hallazgos	15
6.2. Observaciones	31
7. Conclusiones.....	32
8. Recomendaciones	33

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Criterios generales para la compatibilidad y método de colocación de la pintura de acuerdo con algunos tipos de pavimento.	6
Cuadro 2. Algunas ventajas y desventajas de las pinturas utilizadas en la demarcación vial horizontal.	7
Cuadro 3. Materiales recomendados para demarcación horizontal en pavimentos de mezcla asfáltica caliente de acuerdo con el TPD.	8
Cuadro 4. Compatibilidad de la pintura existente con la pintura nueva utilizada para la re-demarcación horizontal.	8

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

“Evaluación de las labores de demarcación horizontal en la Ruta Nacional N° 2 Carretera Interamericana Sur, sección La Lima-San Isidro de Pérez Zeledón y la Ruta Nacional N° 3, sección Manolos-San Mateo”

1. POTESTADES

La auditoría técnica externa a los procesos, controles, laboratorios, proyectos e instituciones públicas que efectúan sus labores en las rutas nacionales, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley N° 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforme mediante la Ley N° 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial de Laboratorio Nacional de Materiales de y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

De manera adicional, el proceso de auditoría se respalda en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril de 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“... la fiscalización que realiza la Universidad de Costa Rica a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgo de esa red. La cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (El subrayado no es del texto original)

2. ALCANCES Y OBJETIVOS DE LA AUDITORÍA

El objetivo general de esta auditoría es corroborar que las actividades de señalamiento horizontal que se realizan en la Ruta Nacional N° 3, sección Manolos-San Mateo y en la Ruta Nacional N°2 carretera Interamericana Sur, sección La Lima-San Isidro, cumplan con las especificaciones definidas en los documentos contractuales, la documentación de referencia y las buenas prácticas de ingeniería.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. SELECCIÓN DE MATERIALES Y MÉTODOS DE APLICACIÓN

La demarcación vial horizontal es una parte de la infraestructura de la carretera que cumple una función primordial en la seguridad de los usuarios. Como cualquier otra obra, requiere de estudios preliminares antes de ser colocada, con el objetivo de que se ajuste a las características de la carretera y de que cumpla plenamente su función.

La selección de los materiales que se van a utilizar en el proceso de demarcación requiere del análisis de la multiplicidad de factores que afectan directa o indirectamente la calidad del producto final. Algunos de los elementos más importantes¹ se citan a continuación:

- Naturaleza y rigurosidad del pavimento
- Juntas y sellados
- Ancho de la calzada
- Intensidad y composición del tráfico
- Clima
- Demarcación nueva o repintado
- Especificaciones de la demarcación (Retroreflexión, durabilidad, resistencia, entre otras)
- Productos disponibles
- Técnicas de aplicación
- Relación beneficio/costo

Una vez analizados los factores citados anteriormente, se deben buscar criterios que permitan al dueño de la obra, en la mayoría de los casos el Estado, definir cuál tipo de pintura y proceso de aplicación ofrece mayores ventajas. En los Cuadros 1, 2, 3 y 4 se muestran algunos criterios que pueden ser utilizados como referencia.

¹ “Productos para demarcación horizontal”, Sanchueza, Marcela y Olmos, Paola. Universidad Federico Santa María, Chile

Cuadro 1. Criterios generales para la compatibilidad y método de colocación de la pintura de acuerdo con algunos tipos de pavimento.

Pavimento Material	Método de aplicación	Mezcla asfáltica		Sello asfáltico	Mezcla drenante	Hormigón
		Nueva	Vieja			
Alquídica modificada con caucho clorado	Pulverización una capa	Poco	Apropiada	No	Poco	No
	Pulverización dos capas	Mucho	No	No	No	No
	Pulverización con imprimación	No	No	No	No	Apropiada
Acrílica en solvente	Pulverización una capa	Apropiada	Mucho	No	Apropiada	Mucho
	Pulverización dos capas	No	No	No	Mucho	No
Termoplástica	Pulverización una capa	Mucho	Apropiada	No	No	No
	Pulverización dos capas	No	No	No	Apropiada	No
	Pulverización con imprimación	No	No	No	No	Poco
	Extrusión	Apropiada	Poco	No	Mucho	No
	Extrusión con imprimación	No	No	No	No	Poco
	Zapatón	No	No	No	Mucho	No
Plástico en frío dos componentes	Pulverización una capa	Mucho	Mucho	Apropiada	Poco	Mucho
	Pulverización dos capas	No	No	No	Apropiada	No
	Extrusión	Mucho	Apropiada	Poco	Apropiada	Mucho
	Zapatón	No	No	No	Apropiada	No
	Manual	Mucho	Apropiada	Poco	No	Mucho
Cintas prefabricadas		Mucho	Apropiada	Apropiada	Mucho	Mucho

Fuente: "Productos para demarcación horizontal", Sanhueza, Marcela y Olmos, Paola. Universidad Federico Santa María, Chile. 2002

Cuadro 2. Algunas ventajas y desventajas de las pinturas utilizadas en la demarcación vial horizontal.

Material	Ventajas	Desventajas
Alquídica modificada con caucho clorado	<ul style="list-style-type: none"> - Afinidad con pavimentos asfálticos nuevos - Buena retención del color - Buena resistencia a la intemperie - Costo bajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja durabilidad cuando el contenido de caucho es bajo - Incompatible con pavimentos de hormigón - Tiempo de secado prolongado - Posible sangrado en pavimentos asfálticos nuevos - Contaminante
Acrílica en solvente	<ul style="list-style-type: none"> - Alta calidad de acabado de película - Buena resistencia a la intemperie - Buena resistencia a los agentes químicos - Compatible con pavimentos asfálticos - Alta compatibilidad con pavimentos de hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> - Afinidad limitada con pavimentos asfálticos nuevos - Contaminante
Acrílica en emulsión	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilidad con cualquier tipo de pavimento - Mayor rendimiento - Buena resistencia a la intemperie - Buena resistencia a los agentes químicos - Puede colocarse en superficies con ligera capa de rocío - No contaminante 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de equipos de aplicación especializados - Precaución por lluvia entre las 24 a 48 h posteriores a su aplicación - Costo alto
Termoplástica	<ul style="list-style-type: none"> - Rápido curado - Soportan choques térmicos sin agrietarse - Permite colocación en espesores de 1 a 3 mm - Mejor visibilidad en lluvia - Alta durabilidad - Buena resistencia a la intemperie - Apta para todo tipo de pavimentos - Adecuada para alto tráfico 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor costo - Equipos de aplicación especializados - Técnica de colocación requiere cuidados especiales - En pavimentos de hormigón requiere imprimación
Plástico frío dos componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia al desgaste - Permite colocación en espesores de 1 a 3 mm - Mejor visibilidad en lluvia - Apta para todo tipo de pavimentos - Adecuada para alto tráfico 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo - Equipos de aplicación especializados - Requiere personal calificado

Fuente: "Productos para demarcación horizontal", Sanhueza, Marcela y Olmos, Paola. Universidad Federico Santa María, Chile. 2002

Cuadro 3. Materiales recomendados para demarcación horizontal en pavimentos de mezcla asfáltica caliente de acuerdo con el TPD².

Características del tránsito	Años de servicio que le quedan al pavimento		
	0-2	2-4	Más de 4
TPD < 1.000	- Termoplástica - Pintura a base de agua	- Termoplástica - Pintura a base de agua	- Termoplástica - Resinas epóxicas - Cinta preformada
1.000 < TPD < 10.000	- Termoplástica - Pintura a base de agua	- Termoplástica - Resinas epóxicas	- Termoplástica - Resinas epóxicas - Cinta preformada
TPD > 10.000	- Termoplástica - Resinas epóxicas	- Termoplástica - Resinas epóxicas - Cinta preformada	- Termoplástica - Resinas epóxicas - Cinta preformada
Tráfico pesado	- Termoplástica - Resinas epóxicas	- Termoplástica - Resinas epóxicas	- Termoplástica - Resinas epóxicas

Fuente: "Pavement Marking Handbook", Departamento de Transporte de Texas, EE.UU., agosto 2004.

Cuadro 4. Compatibilidad de la pintura existente con la pintura nueva utilizada para la re-demarcación horizontal.

Pintura existente	Pintura nueva			
	Termoplástica	Pintura a base de agua	Cinta preformada	Resina epóxica
Termoplástico	Compatibles	Compatibles	No compatibles	No compatibles
Pintura a base de agua	Compatibles	Compatibles	No compatibles	No compatibles
Cinta preformada	No compatibles	No compatibles	No compatibles	No compatibles
Resina epóxica	Compatibles	Compatibles	No compatibles	Compatibles

Fuente: "Pavement Marking Handbook", Departamento de Transporte de Texas, EE.UU., agosto 2004.

Además, de la pintura, existen materiales auxiliares que deben seleccionarse cuidadosamente como los captaluces y las microesferas de vidrio. Los captaluces son un complemento de la demarcación y al igual que la pintura, deben cumplir

² TPD: Tránsito promedio diario

con especificaciones establecidas en la normativa nacional³ y en los documentos contractuales.

La función de las microesferas es muy importante, puesto que son las que se encargan de que la demarcación horizontal sea visible durante la noche, mediante el fenómeno de retroreflexión. Son varios los aspectos que influyen en el resultado de la retroreflexión⁴, algunos se mencionan a continuación:

- Naturaleza del vidrio utilizado
- Índice de refracción
- Redondez de las esferas
- Granulometría
- Dosificación
- Método de colocación

3.2. CONSIDERACIONES ANTES DEL INICIO DE LA OBRA

Después de definir cuáles son los materiales y el método de aplicación que se ajustan más a las características de la carretera, es recomendable cumplir con tres pasos básicos antes de realizar la demarcación horizontal, con el propósito de verificar la calidad de los materiales, corroborar el trazado de la demarcación y aclarar todos los aspectos posibles que podrían influir en la calidad de la obra.

3.2.1 Verificación de materiales

Para que la Administración pueda verificar que los materiales que se van a utilizar cumplen con las especificaciones definidas en la normativa nacional y documentos contractuales, debe solicitar al contratista realizar ensayos de control de calidad a los materiales o que presente los certificados de calidad del fabricante que demuestren que dichos materiales están acorde con lo solicitado o bien que la Administración ejecute los ensayos de verificación de calidad correspondientes.

³ “Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de las carreteras (IT-91)”

⁴ “Productos para demarcación horizontal”, Sanchueza, Marcela y Olmos, Paola. Universidad Federico Santa María, Chile

Es primordial que los inspectores asignados, el supervisor del proyecto y el contratista estén familiarizados con las características de los materiales y con los procedimientos de colocación, así como con las condiciones ambientales y de la carretera que podrían afectar la calidad de la obra de demarcación, para prevenir defectos en el producto final y predecir la compatibilidad de los materiales en toda la longitud del proyecto.

3.2.2 Revisión del trazado

Es importante tener a disposición el trazado de toda la demarcación. Es recomendable que el trazado sea revisado minuciosamente, y de ser posible complementar la información disponible con planos o dibujos detallados, donde se especifiquen la ubicación de los elementos de la demarcación, medidas, y cualquier otra descripción que permita visualizar las características de la señalización que se va a realizar.

3.2.3 Reunión de pre-construcción

La reunión de pre-construcción ofrece un espacio donde el contratista y el Estado pueden discutir sobre los aspectos que resulten de la verificación de los materiales y del análisis del trazado, que puedan afectar la calidad de la obra o el plazo definido para el proyecto.

Es recomendable que durante esta reunión se definan los procedimientos que van a aplicar, tanto el contratista como el Estado, para controlar y verificar la calidad de los materiales y de la demarcación realizada.

Aunado a lo anterior, se debe discutir sobre el plan de manejo del tránsito, los procedimientos de corrección de aquellas demarcaciones que no cumplan con las especificaciones de calidad definida en los documentos contractuales y la aplicación de garantías o sanciones, en caso de ser necesario.

3.3. EJECUCIÓN DE LA OBRA

Antes del iniciar la obra es recomendable, corroborar en sitio, el plan de manejo del tránsito, el trazado, el tiempo requerido de cierre de las vías, los materiales que se van a colocar y las dosis que va aplicar el equipo de que se va a utilizar, entre otras cosas.

Es recomendable que antes del inicio de las labores diarias, el contratista y el inspector de la obra verifiquen el espesor de la capa que coloca el equipo, la dosis de microesferas y el ancho de la línea, entre otros elementos. Durante la

colocación del material, se deben aplicar los procedimientos de verificación de calidad establecidos en los documentos contractuales y registrar los resultados de las mediciones realizadas como parte de este proceso. Es aconsejable anotar en un registro, las cantidades de material utilizadas, las correcciones solicitadas y cualquier otra información relevante que permita dar trazabilidad al proceso.

Finalmente, la inspección que realiza el inspector o supervisor de la obra terminada para su aceptación debe verificar la visibilidad diurna y la visibilidad nocturna, analizando los parámetros que influyen en la seguridad de los usuarios. Para el caso de la visibilidad diurna estos parámetros son el color, el factor de luminancia y el contraste y en lo que se refiere a la visibilidad nocturna es la retroreflexión.

4. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Las actividades desarrolladas por el equipo auditor consisten en entrevistar al personal encargado, visitar los frentes de trabajo, visitar las obras realizadas y la revisión documental de los documentos relacionados con el proyecto.

De conformidad con los procedimientos de auditoría, para la emisión de este informe se consideraron factores tales como: control y verificación de calidad de los materiales y de las labores de demarcación durante la ejecución de la obra, conformidad con los documentos contractuales y estado de la obra finalizada.

La evidencia recopilada por el equipo de auditores del LanammeUCR se efectuó durante las entrevistas realizadas, las visitas efectuadas a los proyectos y mediante la revisión documental.

A continuación se detalla la información general de los proyectos:

Proyecto:	Demarcación horizontal Ruta Nacional N°3, Sección Manolos-San Mateo (Licitación por registro No. 37-2006)
Ingeniero de Proyecto:	Ing. Mauricio Rojas Chaves Ing. Erick Aguilar Sánchez
Días de las visitas:	12 de abril de 2007. 5 de junio de 2007 4 de octubre de 2007
Proyecto:	Demarcación horizontal Ruta Nacional N°2, Carretera Interamericana Sur, Sección; la Lima-San Isidro de Pérez Zeledón (Licitación pública No. 2006LN-000058DI)
Ingeniero de Proyecto:	Ing. Ileana Aguilar Aguilar Ing. Juan José Mesén Espinoza
Días de las visitas:	27 de junio de 2007 3 de agosto de 2007 2 de octubre de 2007

Los auditores asignados y los reportes emitidos se señalan seguidamente:

Auditores encargados por LanammeUCR:	Ing. Diana Jiménez Romero Ing. Ellen Rodríguez Castro Ing. Pablo Torres Morales Ing. Mauricio Salas Chaves
Reportes emitidos	LM-AT-46-07: "Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal y Revisión de procesos de bacheo y colocación de mezcla asfáltica en caliente"

5. ANTECEDENTES

El proyecto “Demarcación Horizontal con Pintura y Colocación de Captaluces de la Ruta Nacional N°3, Sección Manolos-San Mateo” inicia en la intersección de la Rutas Nacionales N° 1 y N° 3, conocida como intersección Manolos y termina en la entrada de San Mateo ubicada sobre la Ruta Nacional N° 3, abarcando una longitud de 35 km, aproximadamente. El plazo de ejecución es de 8 días naturales en horario diurno, sin contar los eventos compensables. Posteriormente, se cambió el horario a nocturno debido a la importancia de la ruta y el plazo se amplió a 15 días naturales. El proyecto se encuentra en las zonas 1-4 y 3-2, de acuerdo con la zonificación de la Dirección de Conservación Vial.

La orden de inicio se dio el 23 de enero del año en curso, sin embargo se suspendió debido a las actividades de bacheo como parte de las labores de conservación vial que se deben realizar en esa ruta. El proyecto finalizó en junio de 2007.

El proyecto “Demarcación Horizontal con Pintura y Colocación de Captaluces de la Ruta Nacional N°2, Carretera Interamericana Sur, Sección La Lima -San Isidro de Pérez Zeledón” inicia en la intersección de la Rutas Nacionales N° 1 y N° 2 en la Lima de Cartago y finaliza en el Boulevard de San Isidro de Pérez Zelédón, cubriendo una longitud de aproximada de 75 km. El plazo de ejecución es de 45 días naturales en horario diurno, sin contar los eventos compensables. El proyecto se encuentra en las zonas de conservación vial 1-7 y 4-1.

La orden de inicio se dio el 11 de junio de 2007. Aunque las labores de demarcación horizontal en la zona 1-7 se interrumpieron por actividades de mantenimiento rutinario, las obras están finalizadas. En el caso de la zona 4-1 no se ha terminado por la ejecución de labores de conservación vial.

En enero de 2007 se emitió el informe LM-PI-PV-AT-06F-07 “Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal: Especificaciones, Cartel de Licitación y labores realizadas sobre la Ruta Nacional N° 32”, donde se analizan varios aspectos referentes al control de calidad y los recursos asignados a estos proyectos. En este informe se detallan algunas debilidades de los carteles de licitación y de los procesos de colocación que son aplicables a los demás proyectos.

En julio de 2007 se emitió el informe LM-AT-15-07 “Laboratorio de Pinturas de la Subdirección de Geotecnia y Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes: Ejecutor de ensayos a las pinturas utilizadas en el señalamiento horizontal de rutas nacionales”, donde se analiza la capacidad del laboratorio para brindar los servicios de verificación.

Además, se emitió el reporte LM-AT-46-07 "Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal y Revisión de procesos de bacheo y colocación de mezcla asfáltica en caliente, Carretera interamericana Sur, Ruta Nacional N° 2", el cual fue presentado a la Ministra del MOPT y a los ingenieros del proyecto en una reunión realizada en las instalaciones del CONAVI en Sabanilla, el día 17 de junio de 2007.

A la fecha de emisión de este informe han transcurrido 17 días hábiles en los cuales esta auditoría no ha recibido respuesta con respecto al informe borrador enviado al auditado

Por tanto, todo aquella documentación o información que se proporcione posterior a la emisión de este informe, no considerara válida por esta auditoría como evidencia.

6. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría, se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, sustentados en la observación de las obras, las entrevistas realizadas y la documentación analizada, respaldados en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, la recolección y análisis de evidencias.

6.1. HALLAZGOS

6.1.1 Sobre la verificación de calidad de los materiales

Hallazgo N° 1: La Administración no cuenta con los recursos suficientes para realizar una verificación completa de los materiales que se van a utilizar en el proceso de demarcación vial horizontal.

Después de analizar la información solicitada de los proyectos “Demarcación horizontal Ruta Nacional N° 3, sección Manolos-San Mateo” y “Demarcación horizontal Ruta Nacional N° 2, Carretera Interamericana Sur, Sección; la Lima-San Isidro de Pérez Zeledón”, mediante los oficios LM-AT-36-2007 y LM-AT-44-07, respectivamente, se puede afirmar que no se realizan a las pinturas todos los ensayos que se indican en la normativa de referencia ni se presentan los certificados de calidad de todos los materiales que se van a utilizar, como ejemplo de esta situación se puede mencionar:

1. El laboratorio del MOPT, que ofrece el servicio de verificación de calidad de la pintura, sólo ejecuta 7 de los 21 ensayos que se especifican en la normativa de referencia.
2. En la reunión de pre-inicio para las labores de demarcación sobre la Ruta Nacional N°3, no se presentan los certificados de calidad de los captaluces ni del adhesivo bituminoso.
3. En la reunión de pre-inicio para las labores de demarcación sobre la Ruta Nacional N° 2, se presentan como certificados de calidad de los captaluces y del adhesivo bituminoso, cartas sin número de oficio firmadas por el señor Sergio Barrantes González, especialista en ventas; se adjuntan con dichas cartas “Instrucciones de utilización del adhesivo bituminoso” que corresponde a un folleto de información de prueba de mercado de diciembre de 1996 y “Marcadores de pavimento” de marzo de 2001 donde se describen las características generales de los materiales. Estos

documentos y cartas no son certificados de calidad de los materiales, ya que dichos certificados deben contener resultados de ensayos que demuestren que los materiales cumplen con las especificaciones establecidas en los documentos contractuales. Esta situación se había declarado en el informe LM-PI-PV-AT-06F-07 “Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal: Especificaciones, Cartel de Licitación y labores realizadas sobre la Ruta Nacional N° 32”.

El fundamento normativo que aplica a este caso se indica a continuación:

- Apartado 25.15 del Capítulo I “Condiciones Generales” del cartel de licitación
- Apartado 201.01 del Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91

La verificación de calidad de los materiales por medio de ensayos o certificados de calidad del fabricante, es una forma de comprobar que los lotes de materiales que se van a utilizar cumplen con las especificaciones establecidas en los documentos contractuales y por consiguiente, es una forma de garantizar la eficiencia y la eficacia de los fondos públicos.

6.1.2 Sobre la verificación de calidad del proceso de demarcación

Hallazgo N° 2: La Dirección de Conservación Vial carece de procedimientos y recursos para verificar la calidad durante las labores de demarcación horizontal.

Esta auditoría pudo evidenciar que no se han establecido procedimientos sistemáticos que definan las mediciones y los ensayos que se deben efectuar para verificar la calidad durante las actividades de demarcación, esta situación se señaló en el informe LM-PI-PV-AT-06F-07 “Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal: Especificaciones, Cartel de Licitación y labores realizadas sobre la Ruta Nacional N° 32”. Como ejemplo de esta situación se puede mencionar

1. El espesor de la capa de pintura colocada en el proyecto de demarcación de la Ruta Nacional N° 3 no se verifica en algunos tramos debido a que los ingenieros de proyecto y los inspectores no contaban con los dispositivos de medición.
2. No se aporta evidencia de que controla y registra la dosis de diluyente que se le adiciona a las cubetas de pintura.

3. Los registros aportados de uno de los inspectores correspondientes a la demarcación de la Ruta Nacional N° 2, sólo indican que se hizo revisión de espesores y de longitud de separación entre captaluces, sin embargo no se reportan los resultados de esas mediciones.
4. No se especifican los lotes de materiales utilizados en el proceso de demarcación, tal como se puede corroborar en los registros del inspector aportados correspondientes a la demarcación de la Ruta Nacional N° 2.
5. Durante la visita realizada el día 5 de junio de 2007, se observó que el ingeniero de proyecto realizó mediciones de espesor, sin embargo no se efectuaron con ninguna frecuencia definida ni se anotaron los resultados en ningún registro. :
6. La Administración no ha establecido una metodología para verificar que la dosis de microesferas se ajusta a lo establecido en la normativa de referencia.

El fundamento normativo que respalda lo indicado en este hallazgo se detalla a continuación:

- Apartados 1.15 inciso c), 1.17 1.18 del Capítulo II “Condiciones Específicas”
- Apartado 301.01, 401.01 y 401.02 del Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91

En la entrevista realizada al ingeniero de proyecto de la zona de conservación vial 1-4 el día 8 de mayo de 2007, declaró que la Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT les mostró el uso de los dispositivos para medición de espesores, además en la reunión de pre-inicio los funcionarios de CONAVI presenciaron el proceso de preparación de la pintura. Estas actividades son importantes para el proceso de verificación de calidad de las labores de demarcación, pero para que sean efectivas deben realizarse de forma sistemática y respaldarse con la documentación necesaria que asegure que los criterios se van a aplicar de manera uniforme en todos los proyectos de demarcación vial horizontal que se ejecuten.

Tal como se declara en la resolución de inicio N° R-DE-171-06, para que la Administración pueda verificar debe disponer de *“los recursos humanos y la infraestructura administrativa suficiente para verificar el fiel cumplimiento del objeto de contratación”*.

6.1.3 Sobre la ejecución de las labores de demarcación

Hallazgo N° 3: La preparación de la superficie que se va a demarcar no se realiza conforme lo que se indica en el cartel de licitación.

En la visita realizada el día 5 de junio de 2007, el equipo auditor presencié las labores de demarcación en la localidad de San Mateo sobre la Ruta N° 3. Durante la visita se pudo observar que antes de iniciar las labores de demarcación horizontal no se preparó la superficie tal como se establece en el apartado 1.17 punto a) del Capítulo II “Condiciones Específicas” del cartel de licitación, en el cual se especifica que la superficie debe estar completamente limpia antes de iniciar las labores de demarcación.

El fundamento normativo que respalda lo indicado en este hallazgo se detalla a continuación:

- Apartado 1.17 punto a. del Capítulo II “Condiciones Específicas”
- Apartado 201.01 del Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91

La presencia de partículas de polvo, materia orgánica o cualquier otra suciedad afecta la adhesión de la pintura aplicada con la superficie y no permite el adecuado embebimiento de las microesferas, lo cual incide directamente en la durabilidad, retroreflectividad y efectividad de la demarcación realizada.

Hallazgo N° 4: Se ejecutaron labores de demarcación bajo condiciones climáticas que no permiten el secado de la pintura.

El equipo auditor pudo evidenciar que el día 27 de junio de 2007, se estaban ejecutando labores de demarcación con pintura de la línea de centro cerca del kilómetro 89 sobre la Ruta Nacional N° 2 bajo condiciones lluviosas. En la Fotografía 1 a. se puede observar al encargado de controlar el tránsito utilizando equipo de protección para la lluvia, además se aprecian los conos colocados que se utilizan para proteger la demarcación realizada del paso de los vehículos durante el tiempo de secado.

En la Fotografía 1 b. se puede notar la dispersión que muestra la pintura colocada bajo estas condiciones y como las microesferas no están embebidas en la pintura, lo cual afecta directamente la característica de retorreflexión de la demarcación horizontal .

Esta situación fue comunicada inmediatamente al inspector asignado a uno de los inspectores asignados a la zona 1-7 de Conservación Vial y se declaró en el reporte LM-AT-46-07 “Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal y Revisión de procesos de bacheo y colocación de mezcla asfáltica en caliente, Carretera interamericana Sur, Ruta Nacional N° 2”. Es importante mencionar que la Dirección de Conservación Vial el CONAVI tomo acciones al respecto tal como se indica en el oficio DCV-03607-2007 del 19 de setiembre de 2007.

El fundamento normativo que respalda lo indicado en este hallazgo se detalla a continuación:

- Apartado 1.17 punto a. del Capítulo II “Condiciones Específicas”
- Apartado 201.01 del “Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91”

Todo tipo material que se utilice en actividades de demarcación horizontal, requiere de condiciones específicas durante su aplicación, una de estas condiciones es la humedad ambiental. Este factor incide directamente en la adhesión de la pintura a la superficie, por tanto colocar pintura en condiciones climáticas húmedas contraindicadas por los fabricantes provoca que disminuya la durabilidad y la calidad de la demarcación.



a.



b.

Fotografía 1. Labores de demarcación realizadas sobre el kilómetro 89 de la Ruta Nacional N° 2. a. Se pueden apreciar las condiciones climáticas bajo las cuales se estaban ejecutando las labores de demarcación. **b.** Se puede la dispersión de la pintura colocada y las microesferas no embebidas.

6.1.4 Sobre la supervisión

Hallazgo N° 5: El personal asignado para el control de las actividades de demarcación es insuficiente.

Durante la visita realizada a la sección Manolos-San Mateo de la Ruta Nacional N° 3, el día 5 de junio de 2007 se observaron dos frentes de trabajo. Una de las cuadrillas estaba ubicada en San Mateo realizando labores de demarcación vial horizontal con pintura bajo la supervisión del ingeniero de proyecto, sin embargo la otra cuadrilla ubicada cerca de Desmonte estaba colocando captaluces sin supervisión del ingeniero de proyecto o de un inspector de obra.

El fundamento normativo que respalda lo indicado en este hallazgo se detalla a continuación:

- Artículos 9 y 102 de la ley N° 7494 “Ley de la Contratación Administrativa”
- Apartado 601.03 y 602.03 del Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91

La ausencia de la supervisión y por consiguiente, la ausencia de la aprobación de la superficie a demarcar, de los materiales que se van a utilizar y de la ejecución de las labores no garantiza el cumplimiento de las especificaciones definidas en los documentos contractuales ni la efectividad y durabilidad de las demarcaciones realizadas.

6.1.5 Sobre la calidad de la demarcación realizada

Hallazgo N° 6: En algunos tramos de la Ruta Nacional N°2, sección La Lima-San Isidro y la Ruta Nacional N°3, sección Manolos-San Mateo, la demarcación realizada no demuestra tener una calidad final aceptable.

En las visita realizada por el equipo auditor los días 2 y 4 de octubre de 2007, se pudo evidenciar que la demarcación de algunos tramos de la Ruta Nacional N°2, sección La Lima-San Isidro y la Ruta Nacional N°3, sección Manolos-San Mateo, no presenta una calidad final aceptable, debido a la variabilidad del ancho de las líneas, a la ausencia de microesferas de vidrio, al espesor insuficiente (que no cubre la superficie asfáltica) y a la opacidad de la demarcación. Se debe denotar que esta demarcación en varios tramos, aún no ha alcanzado los seis meses de garantía que se indican en el Cartel de Licitación.

En las Fotografías 2, 3, 4 y 5 se muestran las deficiencias encontradas en la gira realizada el día 2 de octubre a la Ruta Nacional N °2 sección La Lima-San Isidro y

las Fotografías 6, 7 y 8 tomadas el día 4 de octubre de 2007, muestran el estado de la demarcación que se observa en la Ruta nacional N °3 sección Manolos-San Mateo.

En el oficio DCV 03607-2007 del 19 de setiembre de 2007, se indica relacionado con el tema de demarcación en esta ruta como respuesta al reporte LM-AT-46-07 "Evaluación de las labores de demarcación vial horizontal y Revisión de procesos de bacheo y colocación de mezcla asfáltica en caliente, Carretera interamericana Sur, Ruta Nacional N° 2", lo siguiente:

"Del espesor, se indica en el cartel de Licitación Capítulo 2, inciso 1.18 que deberá ser de 28 milésimas de pulgada de pintura húmeda con esfera de vidrio, el tipo de pintura aplicada cumple con la norma IT-91, misma que está vigente desde el año 1992 y que especifica como TT-P 115 F hule clorado base solvente, se señala sobre la pintura existente, ya que cumple con las calidades de pintura para demarcación vial indicada es este contrato"

La auditoría está conciente de que el tipo de pintura aplicado se encuentra dentro de los materiales que se utilizan en este tipo de labores, pero para corroborar que la pintura cumple con las especificaciones del fabricante y que la colocación cumple con las especificaciones contractuales, se deben realizar los ensayos requeridos en el apartado 401.01 del "Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91 que demuestren que los lotes están conformes con las características establecidas por el fabricante y las mediciones que permitan comprobar que se cumplen con las características establecidas para toda la demarcación en el Capítulo II "Condiciones específicas".

En el oficio citado anteriormente se dice:

"En cuanto al ancho de las líneas es importante indicar que en el Cartel de Licitación se establece un ancho de 10 cm, suele suceder que cuando se da la aplicación directa de las boquillas de la máquina a la superficie de ruedo se den irregularidades, producto de la no uniformidad de la capa asfáltica. ..."

Es importante destacar que el estado de deterioro de la superficie asfáltica afecta el ancho de la línea como se menciona en dicho oficio, pero de igual forma afecta el espesor de la capa de pintura que se coloca sobre la carretera. Por esta razón, la implementación de un control sistemático que permita garantizar que se cumple el espesor de la capa de pinturas, el ancho de las líneas y la dosis de microesferas, es fundamental, de manera que se ajuste la velocidad del equipo y

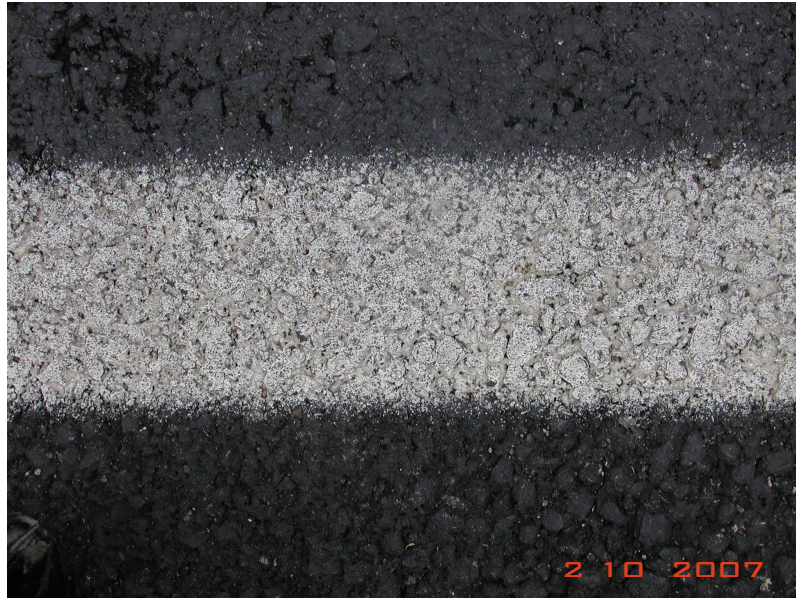
la altura de las boquillas de dosificación de pintura y de microesferas de acuerdo a las condiciones de la superficie asfáltica que se está demarcando.

Estos parámetros establecidos, no sólo en la normativa nacional, inciden directamente en la durabilidad y en las características de funcionabilidad de la demarcación horizontal y por consiguiente, son fundamentales para asegurar la eficacia y la eficiencia de los fondos públicos.

El fundamento normativo que respalda lo indicado en este hallazgo se detalla a continuación:

- Cartel de Licitación Apartados 1.15 inciso b, 1.17 inciso b y 1.18.
- Apartado 401.01, 401.02 y 602.03 del Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras, IT-91
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA 2001.

La calidad final de las labores de demarcación, así como su durabilidad, tienen una relación directa con la superficie que se va a demarcar, la calidad de los materiales que se van a colocar y del proceso de demarcación, entre otros factores; por esta razón es de suma importancia que se implementen políticas y procedimientos sistemáticos de control que permitan verificar la calidad de los materiales y de los procesos de demarcación, así como, definir los métodos y materiales idóneos para las superficies que se van a demarcar con el objetivo de maximizar la funcionabilidad y durabilidad de la señalización realizada.



a.



b.

Fotografía 2. Demarcación desgastada sin propiedades de retroreflexión sobre la Ruta Nacional N° 2, sección La Lima-San isidro. a y b. El desgaste que presenta la demarcación permite ver la superficie asfáltica.



a.



b.

Fotografía 3. Labores de demarcación realizadas sobre deterioro superficial en la Ruta Nacional N° 2, sección La Lima-San isidro. a. Se observa que la demarcación colocada sobre el deterioro ha perdido características de funcionalidad, pues permite ver la superficie del pavimento **b.** Se aprecia el captaluz hundido en la superficie y el desgaste que presenta la pintura.



a.

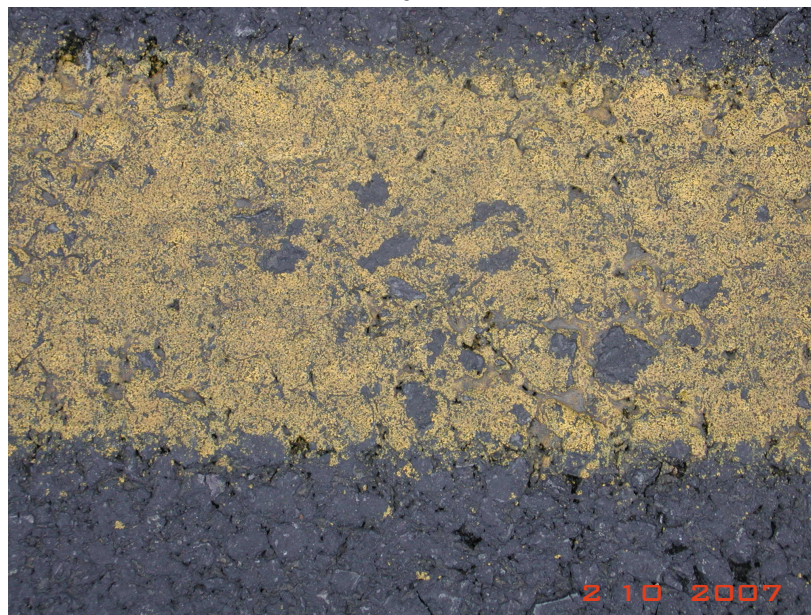


b.

Fotografía 4. Demarcación horizontal opaca sobre la Ruta Nacional N° 2, sección La Lima-San isidro a. Se observa que la demarcación presenta opacidad. b. Se aprecia una diferencia clara entre las líneas de demarcación de carril.



a.



b.

Fotografía 5. Demarcación horizontal opaca sobre la Ruta Nacional N° 2, sección La Lima-San isidro. a. La demarcación presenta características particulares, que no se observan en otras demarcaciones. **b.** Se observa como sobresale la superficie del pavimento asfáltico.



a.



b.

Fotografía 6. Deterioro que muestra la demarcación horizontal sobre la Ruta Nacional N° 3, sección Manolos- San Mateo a. Desgaste que muestra la demarcación horizontal. b. El desgaste de la demarcación permite ver el pavimento asfáltico.



a.



b.

Fotografía 7. Demarcación horizontal sobre deterioros en la Ruta Nacional N° 3, sección Manolos- San Mateo a y b. Se observa demarcación con desgaste avanzado realizada sobre deterioros superficiales.



a.



b.

Fotografía 8. Demarcación horizontal casi invisible sobre la Ruta Nacional N° 3, sección Manolos- San Mateo a. Se observa como la demarcación es casi invisible en algunos tramos de la ruta **b.** En otros tramos la demarcación está totalmente borrada.

6.2. OBSERVACIONES

Observación 1: Las condiciones de irregularidad y deterioro de la superficie del pavimento provocan que la calidad de la demarcación disminuya, debido a que se coloca pintura en deterioros graves, además la irregularidad superficial ocasiona que el espesor de la capa de pintura no sea regular y por consiguiente no se asegure que el embebimiento de las microesferas de vidrio sea el adecuado (un 60% del diámetro de la microesfera) de manera que las microesferas queden enterradas o sean fácilmente arrastradas por el tránsito, influyendo directamente en la retrorreflectividad de la demarcación.

Observación 2: La demarcación se realiza sobre pintura existente sin corroborar que sean de la misma clase. La compatibilidad entre los tipos de pintura es un factor importante en la adhesividad de la redemarcación realizada, por lo tanto si no existe compatibilidad entre la demarcación existente y la demarcación nueva la durabilidad de dicha redemarcación se reduce.

Observación 3: La redemarcación que se está realizando no coincide totalmente con las marcar anteriores, lo cual podría provocar variabilidad en el espesor de la pintura colocada y en algunos casos generar confusión en el usuario.

Observación 4: No se comprueba que los equipos que se van a utilizar en las labores de demarcación funcionen correctamente, antes de realizar los cierres de las vías, tal es el caso de las actividades de demarcación que se estaban ejecutando el día 5 de junio de 2007 durante la noche. El cierre total de la vía en San Mateo se hizo a las 11:00 p.m., el equipo demarcó aproximadamente 150 m y falló, hasta las 12:30 a.m. aproximadamente se reiniciaron las actividades.

Observación 5: Respecto al señalamiento para control de obras, en general no cumple con el Reglamento de Dispositivos de Seguridad para protección de Obras (Decreto N° 26041 MOPT) ni con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2001). En el cartel de licitación se establece que debe cumplirse con dicha normativa; además especifica que el personal del contratista debe utilizar uniforme y chaleco, lo cual tampoco se cumple.

7. CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de las evidencias recopiladas por el equipo auditor durante el proceso de auditoría a las labores de demarcación sobre la Ruta nacional N° 2 carretera Interamericana Sur, sección La Lima-San Isidro y Ruta nacional N° 3, sección Manolos-San Mateo, se concluye lo siguiente:

1. La Administración no cuenta con todos los recursos necesarios ni ha establecido políticas y procedimientos que le permitan verificar la calidad de todos los materiales que se utilizan ni la calidad de la demarcación realizada durante los procesos de demarcación horizontal, lo cual no le permite corroborar que se cumpla con las especificaciones establecidas en los documentos contractuales y en la normativa aplicable.
2. No se aplican las actividades de preparación de la superficie para los procesos de demarcación horizontal que se especifican en la normativa contractual, disminuyendo la calidad final y la durabilidad de la demarcación realizada.
3. El contratista ejecutó labores de demarcación horizontal bajo condiciones que están contraindicadas para los materiales que se están utilizando, en ausencia de representantes de la Administración.
4. La Administración carece de los recursos necesarios para realizar una supervisión continua en todos los frentes de trabajo de demarcación horizontal, lo cual no permite que se efectúe un control integral de las labores que se están ejecutando, lo cual adquiere mayor importancia si se considera que no se cuenta con equipos para medir la calidad de la demarcación finalizada.
5. Los procesos de verificación de calidad de los materiales mediante ensayos de laboratorio y las mediciones de las características de la demarcación realizada, son necesarios para asegurar que la durabilidad de la demarcación alcance la durabilidad esperada y que se cumpla con el objetivo de seguridad vial para los usuarios.

8. RECOMENDACIONES

A continuación se enumeran algunas recomendaciones para que sean consideradas por la Dirección de Conservación Vial del CONAVI, con el objetivo de que se definan e implementen soluciones integrales de los hallazgos descritos en el informe con respecto al proceso de demarcación horizontal que se realiza en las rutas nacionales, con la intención de contribuir a la mejora de las actividades de verificación de calidad que se aplican a proyectos en ejecución y proyectos futuros. El CONAVI debería:

1. Asignar todos los recursos necesarios y definir políticas y procedimientos para que las actividades de verificación de calidad de los procesos de demarcación se realicen de forma suficiente y completa, abarcando los materiales que se van a utilizar, las actividades de colocación y la evaluación de la calidad final de la demarcación horizontal.
2. Hacer un análisis de los factores que afectan el proceso de demarcación para seleccionar los materiales que se ajusten de la mejor manera posible a las condiciones existentes en las rutas nacionales, para que la durabilidad de demarcación se maximice, se garantice la seguridad de los usuarios y se asegure la eficiencia y la eficacia de la inversión de los fondos públicos.
3. Implementar políticas y procedimientos para que se registren todas las actividades de supervisión, mediciones y cualquier otra información relevante, que permita dar trazabilidad y demostrar que se cumple o no con las especificaciones establecidas en los documentos contractuales.

Firmas del equipo auditor

Inga. Jenny Chaverri Jiménez MSc. Eng.
Coordinadora de Auditorías Técnicas
LanammeUCR

Inga. Ellen Rodríguez Castro
Auditora LanammeUCR

Inga. Diana Jiménez Romero
Auditora LanammeUCR

Ing. Pablo Torres Morales
Auditor LanammeUCR

Ing. Mauricio Salas Chaves
Auditor LanammeUCR

Visto Bueno De Legalidad

Lic. Miguel Chacón Alvarado
Asesor Legal Externo
Auditorías Técnicas LanammeUCR
