

**INFORME**  
**AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA ( 2ª parte )**  
**LM-PI-PV-AT-29-04**  
**PROYECTO: MEJORAMIENTO A LOS ACCESOS AL**  
**PUENTE SOBRE EL RIO TEMPISQUE**

LICITACIÓN PÚBLICA No 057-2001  
DEL  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES  
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD (CONAVI)

Setiembre del 2004.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA (2<sup>da</sup> parte)  
LM-PI-PV-AT-29-04

**PROYECTO: MEJORAMIENTO A LOS ACCESOS AL  
PUENTE SOBRE EL RÍO TEMPISQUE**

**RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA  
MEJORAMIENTO A LOS ACCESOS AL PUENTE SOBRE EL RÍO TEMPISQUE  
LICITACIÓN PÚBLICA No. 057-2001**

**REALIZADO POR: LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS  
ESTRUCTURALES, (LANAMME)  
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO VIAL CONTRATADO**

El proyecto se localiza en la provincia de Guanacaste, entre el cantón de Cañas, distrito Porozal y el cantón de Nicoya, distrito Quebrada Honda. Específicamente en la ruta nacional No.18.

El proyecto consistió en la reconstrucción, mejoramiento y ampliación de un nuevo pavimento asfáltico de base granular y subbase mejorada con cemento de aproximadamente 11,5 km en los accesos al nuevo puente sobre el Río Tempisque, (ambas márgenes) y de un relleno de 9 metros de altura reforzado con geogrillas y gaviones laterales para acceder a la altura del puente. Se trabajó sobre un pavimento existente de poco espesor y limitada capacidad estructural, en una zona de aproximación donde hay humedales, suelos expansivos y zonas de inundación del Río Tempisque y Río Bebedero.

Se estableció el plazo en 100 días calendario y un presupuesto de \$4.498.139,36 (dólares), para la ejecución del proyecto. Sin embargo, el monto invertido en el proyecto alcanzó la cifra de \$6.494.512,97, lo que corresponde a un incremento del 44.4% del monto original del contrato, y el plazo se extendió hasta 435 días calendario, de los cuales 265 días la obra tuvo suspendidas las labores.

**2. RESPONSABLES DE LA SUPERVISIÓN DE CONTRATO DE OBRA POR EL  
CONAVI - MOPT**

- Ing. Albert Sánchez González por la Ingeniería de Proyecto.
- Ing. José Chacón Laurito como Director Ejecutivo del CONAVI hasta diciembre del año 2002
- Ing. José Manuel Sáenz Scaglietti como Director Ejecutivo del CONAVI desde enero del año 2003.
- Ing. Gerardo Acosta Herrera como Director de Obras del MOPT hasta febrero del año 2003.
- Ing. Carlos Pereira Esteban como Director de Obras del MOPT desde el marzo del año 2003.

**3. RESPONSABLES DE LA OBRA POR LA EMPRESA CONSTRUCTORA**

- Empresa constructora: Constructora Sánchez Carvajal S.A.
- Ing. Mario Marín Rivera, Director técnico

- Ing. Carlos Marín Rivera, Ingeniero residente
- Laboratorio de control de calidad de materiales responsable: Laboratorio Oscar Julio Méndez Soto.

#### **4. ALCANCE DE LA AUDITORÍA TÉCNICA**

Esta auditoría se enfocó en la revisión y análisis de los controles ejercidos por la Administración en aspectos como procesos de medición y pago, control del plazo y calidad de los materiales y de las obras realizadas.

#### **5. HALLAZGOS PRINCIPALES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA**

##### **5.1 CAPÍTULO 1: Diseño y aprobación del pavimento.**

1. Se presentaron problemas desde la concepción del proyecto, debido a que no se definió claramente y con estudios técnicos suficientes, el diseño del pavimento más apto para las condiciones de esta zona. Esto provocó grandes atrasos para cumplir el plazo y aumentos en el monto original presupuestado para el proyecto. Además incidió para que se tomaran decisiones improvisadas en la ejecución del proyecto y cambios sustanciales en el diseño propuesto y en el contrato público ya firmado.

##### **5.2 CAPÍTULO 2: Preparación, medición y pago de estimaciones y requerimientos contractuales.**

1. No se cumplió con el requisito de presentar los programas de trabajo actualizados en las estimaciones, lo cual es sumamente importante. Esto generó incertidumbre, tanto en el control de los plazos del proyecto, como en los pagos de las estimaciones al momento de definir el tipo de cambio del dólar que se utilizaría para pagar cada actividad.
2. Se aplica en forma incorrecta algunos renglones de pago, específicamente el caso del ítem de "Excavación para estructuras", el cual se utilizó inicialmente para pago de actividades que no reunían las características de éste. Además, no se creó el ítem de pago correspondiente al tubo de hormigón de 0,60m de diámetro, motivo por el cual se tuvo que cargar a otro ítem que no correspondía.
3. Se permitió colocar en un tramo, mezcla contaminada con partículas arcillosas, práctica que no es recomendable para asegurar la calidad de lo contratado.
4. No se encuentra claramente justificada la estimación de la cantidad de cemento Portland utilizada para mejorar la sub-base. Se había determinado la adición de 0,5 sacos de cemento por metro cúbico de material; sin embargo, en las aproximaciones al puente se dio la orden de aumentar la dosificación con un saco más. No existe

evidencia de que se hiciera un estudio técnico formal que respalde esta decisión. Tampoco existe evidencia en bitácora de la cantidad que se consumió realmente en la mejora en la sub-base en estas aproximaciones al puente. Hasta la estimación No.12 se pagaron 1.632,50 Tm de cemento (32.650 sacos) para el mejoramiento de la sub-base.

5. Se pagó el asfalto de las mezclas utilizadas en el proyecto, con una dosificación de 63 lt/Tm, a pesar que, según los diseños de mezcla utilizados, debió ser menor. La capa de 9 cm de espesor posee un contenido de asfalto de 5,8% sobre mezcla, y la de 4cm de espesor, 6,0%, también sobre mezcla. De acuerdo con esto, y utilizando las densidades reales del agua y el asfalto, para la capa de 9cm se debió pagar 56.5 lt/Tm y para la capa de 4cm, 58.5 lt /Tm. Como se puede notar, ninguna de las dos mezclas alcanza la dosificación que se pagó, lo que genera un sobrepago considerable al estimar el asfalto realmente consumido al producir la mezcla colocada.

### **5.3 CAPÍTULO 3: Control de Calidad**

1. Se presentan algunas irregularidades en los informes de control de calidad hechos por el laboratorio encargado. Se presentan los mismos resultados de control de calidad para diferentes estimaciones. Además, se presentan diferencias entre estos mismos informes, donde se cambian resultados que no cumplen con especificaciones contractuales en una estimación, y sí lo hacen en otra. Tales contradicciones son inadmisibles en certificados utilizados para justificación de pagos.
2. A pesar de que los resultados de verificación de calidad de la base colocada no cumplía con la especificación de CBR solicitada en el CR-77 (80% de CBR para un porcentaje de compactación del 95% de la densidad obtenida del ensayo AASHTO T-180), no hay evidencia que se tomara una acción correctiva para solucionar este incumplimiento.
3. La cantidad de núcleos del pavimento, ensayados por el laboratorio encargado del control de calidad fue insuficiente para cumplir el programa de control de calidad, referente al control de compactación. Únicamente se presentaron 36 núcleos para la cantidad de mezcla colocada que forma la capa de 9cm, que fue cercana a los 9.000m<sup>3</sup>, a pesar de que se determinó presentar un núcleo por cada 200m<sup>3</sup> colocados. Esto sin contar con el resto de la mezcla que conforma la capa de 4cm, de la cual no se presentaron pruebas de compactación.
4. Hay evidencia de que la mezcla colocada no alcanza el grado de compactación solicitado en especificaciones. El 19% de los núcleos presentados por el laboratorio de control de calidad del contratista, no cumple con la especificación de compactación, para la capa de 9cm. Según el muestreo realizado por el LANAMME,

un 33% no cumple con esta especificación para esta misma capa asfáltica. Haciendo un análisis estadístico, y tomando en cuenta cierta dispersión de datos, se puede confirmar que al menos el 20% de los núcleos de autocontrol, no cumplen con una compactación adecuada.

5. Existe evidencia que el riego de liga no se aplicó uniformemente, lo que puede provocar que exista falta de adherencia entre capas y futuros defectos en el pavimento. Además, al hacer la extracción de núcleos para verificar el grado de compactación, se notó en gran parte de ellos que las capas estaban desligadas y se separaban fácilmente.

**INFORME**  
**AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA ( 2ª parte )**  
**LM-PI-PV-AT-29-04**  
**PROYECTO: MEJORAMIENTO A LOS ACCESOS AL**  
**PUENTE SOBRE EL RIO TEMPISQUE**

LICITACIÓN PÚBLICA No 057-2001  
DEL  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES  
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD (CONAVI)

Setiembre del 2004.

**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA 2ª PARTE  
PROYECTO ACCESOS AL PUENTE SOBRE RIO TEMPISQUE  
LICITACIÓN PÚBLICA No. 57-2002 (MOPT – CONAVI)**

| <b>INDICE</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| A. Definiciones.....   | i             |
| B. Glosario y Abreviaturas.....  | ii            |
| <b>Presentación de informe auditoría técnica.....</b>  |               |
| 1. Fundamento.....   | 1             |
| 2. Antecedentes.....   | 1             |
| 3. Descripción del proyecto.....   | 2             |
| 4. Descripción de la auditoría técnica.....  | 2             |
| 5. Alcance de la auditoría técnica.....  | 2             |
| 6. Objetivo general de la auditoría .....  | 3             |
| 7. Objetivos específicos .....   | 3             |
| 8. Responsables sobre el proyecto.....   | 4             |
| 9. Equipo de auditoría del Lanamme.....  | 4             |
| 10. Limitaciones en la ejecución de la auditoría.....  | 4             |
| 11. Cronograma de la auditoría realizada.....  | 5             |
| 12. Prevalencia de documentos.....   | 6             |
| <b>RESULTADOS DE LA AUDITORIA.....</b>   | <b>7</b>      |
| <b>CAPÍTULO 1</b>  |               |
| Sobre el diseño y aprobación del paquete estructural del pavimento de parte de la administración.....  | 7             |
| <b>CAPÍTULO 2</b>  |               |
| Sobre la preparación, medición y pago de las estimaciones por avance de la obra y su correspondencia con los requerimientos contractuales..... | 9             |
| <b>CAPITULO 3</b>  |               |
| Sobre los controles de calidad ejercidos en el proyecto, y su correspondencia con los requerimientos contractuales aplicables.....             | 17            |
| 3.1 Del control de calidad de la subbase mejorada con cemento.....   | 17            |
| 3.2 Del control de calidad de la Base Granular.....  | 19            |
| 3.3 Del control de calidad de la Mezcla Asfáltica.....   | 20            |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>30</b>     |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>32</b>     |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>34</b>     |



## 1. Fundamento

La auditoría técnica externa a proyectos en ejecución que trabajan para el sector vial, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

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

*“...la fiscalización que realiza la Universidad 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 riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”* (El subrayado no es del texto original).

## 2. Antecedentes

El 25 de julio del año 2000, se iniciaron los trabajos para la construcción del puente sobre el Río Tempisque, obra que fue donada por la República de Taiwán.

Para poner en servicio esta obra, fue necesario que el Gobierno de Costa Rica reconstruyera, mejorara y ampliara los accesos existentes al puente. Para lograr este propósito, el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) publicó el 21 de septiembre del 2001 la licitación pública No.57-2001, utilizando para ello los estudios básicos disponibles realizados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

También promovió el CONAVI la licitación No.035-2000 para el diseño de las obras de protección y drenaje de las aproximaciones al puente sobre el Río Tempisque, concurso que fue adjudicado el 19 de abril del 2001 a la empresa BEL Ingeniería S.A. La orden de inicio para realizar esos diseños se dio el 31 de octubre del 2001, ampliándose luego los servicios para evaluar el diseño y revisión de cantidades de los accesos al puente sobre el Río Tempisque, trabajo que había sido elaborado por el MOPT.

Asimismo el CONAVI promovió la licitación No. CD 012-2001, para realizar los estudios geotécnicos de la carretera de acceso al puente sobre el Río Tempisque, la cual se

adjudicó el 12 de julio del 2001 a la empresa IMNSA Ingenieros Consultores S.A., dándose la orden de inicio de los estudios el 24 de septiembre del 2001.

### **3. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en la reconstrucción, mejoramiento y ampliación de un nuevo pavimento asfáltico de base granular y subbase mejorada con cemento de aproximadamente 11,5 km en los accesos al nuevo puente sobre el Río Tempisque (ambas márgenes) y de un relleno de 9 metros de altura reforzado con geogrillas y gaviones laterales para acceder a la altura del puente. Se trabaja sobre un pavimento existente de poco espesor y limitada capacidad estructural, en una zona de aproximación donde hay humedales y zonas de inundación del Río Tempisque y Río Bebedero.

Se estableció el plazo en 100 días calendario y un presupuesto de \$4.497.000,00 (dólares).

### **4. Descripción de la auditoría técnica**

De acuerdo con los procedimientos generales definidos para la realización de auditorías técnicas externas del LANAMME, la Auditoría aplicada a este proyecto es la del tipo "Auditoría Técnica General", en la que el objetivo es verificar la marcha de los sistemas de calidad y control en los proyectos desde su inicio hasta el momento de la intervención.

El propósito de esta auditoría es complementar y evaluar las estimaciones de obra dado que el proyecto tuvo retrasos varios.

En marzo del año 2003 fue entregado el primer informe de auditoría técnica No. LM-PI-PV-AT-029-02, para este proyecto. Se destacó la ausencia de estudios básicos suficientes, relevantes, competentes y confiables, lo que ha ocasionado una administración compleja de la etapa de construcción con suspensiones parciales y totales como se indicara en el informe citado.

### **5. Alcance de la Auditoría**

Este informe comprende la revisión y examen de los controles ejercidos por la Administración en los siguientes aspectos:

- a) Control del proceso de medición y pago: Se revisará la conformidad con que se ha realizado el proceso de preparación y trámite de las estimaciones de pago por avance de obra desde la No.1 (lo no incluido en

la primera auditoría), hasta la No.12, en relación con la normativa que regula esta actividad.

- b) Control de calidad: Se revisará la conformidad con las normas contractuales que regulan los procesos y la buena práctica ingenieril de lo siguiente:
- En la definición de la estructura del pavimento de la vía
  - En la construcción de la subbase
  - En la construcción de la base granular
  - En la construcción de la capa asfáltica

Los aspectos a revisar se refieren a lo acontecido entre el 15 de julio de 2002, período en que inician las labores comprendidas dentro la estimación No.1 y el 09 de julio del 2004, fecha en que se recibió la última información solicitada. Se excluye de esta auditoría lo ya auditado en la primera parte.

## **6. Objetivo general de la auditoría**

Verificar la conformidad con que el Ingeniero de Proyecto y Director de Obras del CONAVI realizaron la gestión en cumplimiento con los objetivos y metas que la Ley No. 7798 le asigna, específicamente en la ejecución de las obras viales, y si la misma es conforme con la buena práctica de la Ingeniería y se conduce con criterios de eficiencia, efectividad y economía, de los recursos públicos que se invierten.

## **7. Objetivos específicos**

- a) Valorar la conformidad de la buena práctica de la ingeniería, con la oportunidad con que se definió la estructura del pavimento de la vía.
- b) Evaluar la conformidad con las normas contractuales, de los procesos que regulan la preparación y el trámite de pago de las estimaciones de avance de obra Nos. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 que han sido aprobadas y pagadas por el CONAVI.
- c) Comprobar que los controles de calidad ejercidos por el CONAVI sobre los materiales incorporados a la obra, específicamente en la construcción de la subbase, base granular y la capa asfáltica satisfacen las especificaciones y demás requerimientos contractuales establecidos.

## **8. Responsabilidades sobre el proyecto**

Responsables de la gestión por parte del CONAVI:

- Ing. Albert Sánchez González por la Ingeniería de Proyecto.
- Ing. José Chacón Laurito como Director Ejecutivo del CONAVI hasta diciembre del año 2002
- Ing. José Manuel Sáenz Scaglietti como Director Ejecutivo del CONAVI desde enero del año 2003.
- Ing. Gerardo Acosta Herrera como Director de Obras del MOPT hasta febrero del año 2003.
- Ing. Carlos Pereira Esteban como Director de Obras del MOPT desde el marzo del año 2003.

Responsables de la gestión por parte del Contratista:

- Ing. Mario Marín Rivera como Director Técnico por la Empresa Constructora Sánchez Carvajal S.A.
- Ing. Carlos Marín Rivera como Ingeniero Residente por la Empresa Constructora Sánchez Carvajal S.A.
- Ing. Oscar Julio Méndez Soto por parte del laboratorio responsable del control de calidad por la Empresa Constructora Sánchez Carvajal S.A.

## **9. Equipo de auditoría del LANAMME**

- Ing. Marcos Rodríguez Mora M.Sc.
- Ing. Eduardo Rojas R.
- Ing. Roy Bogantes González
- Ing. Mauricio Salas Chaves.
- Técnico Edgar Cubero.

## **10. Limitaciones en la ejecución de la auditoría**

La principal limitante de la auditoría fue la falta de información solicitada en forma oportuna y completa.

Así por ejemplo, no se entregó el diario del inspector del año 2003, en el cual quedan anotados los detalles de lo acontecido en la obra.

Por otro lado, se solicitaron las hojas de conformación de la base y la subbase, sin embargo sólo se enviaron las de la base. Algunos respaldos de estimaciones no fueron suministrados, por ejemplo, el detalle de excavación estructural.

## 11. Cronograma de la segunda auditoría realizada

Mediante oficio LM-PI-PV-AT-053-2003 de fecha 15 de mayo del 2003, se solicitó al CONAVI a través del Ing. Albert Sánchez, un listado de información comprendida en 10 puntos, con el propósito de dar inicio a una segunda etapa de auditoría que a su vez daría el seguimiento a la inicialmente ejecutada. El 22 de mayo, se visitaron las oficinas del CONAVI, ubicadas en Zapote donde se revisó la documentación recibida, enviada por el Ing. Albert Sánchez, y se facilitó para fotocopiar parte de esa documentación.

Asimismo, se nos facilitó información adicional sobre las órdenes de servicio, órdenes de modificación y estimaciones de pago. El 27 de mayo, recibimos y fotocopiamos la información de los archivos (ampos) Nos. 1 y 2 sobre correspondencia enviada y recibida citada al inicio. El 2 de junio de 2003, mediante oficio LM-PI-PV-AT-061 se recordó al Ing. Sánchez sobre la información aún pendiente de enviar, comprendida en el oficio señalado al principio. El 16 de junio del 2003 la empresa Contratista facilitó la bitácora de campo.

El 8 de julio se recibió parte de la información solicitada con oficio LM-PI-PV-AT-070-03. El 13 de agosto del año en curso se recibieron las estimaciones Nos. 7, 8, 9, y 10. El 16 de junio del 2004 se recibió la orden de modificación No.5 y final en respuesta al oficio LM-PI-PV-AT-52-2004, con fecha del 10 de junio del 2004, por medio del cual se solicitó el finiquito.

El 9 de julio del 2004 se recibieron las estimaciones Nos. 11 y 12, las órdenes de servicio Nos. 10,11,12 y 13 y el Adendum No.3, documentación que fue solicitada por medio del oficio LM-PI-PV-AT-55-2004 con fecha del 23 de junio del 2004.

| <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>FECHA</b> |
|--|--------------|
| Solicitud de información para la segunda auditoría   | 15/mayo/03   |
| Entrega información parcial  | 22/mayo/03   |
| Se recibió otra parte de información   | 27/mayo/03   |
| Se hizo recordatorio al Ing. Sánchez sobre información pendiente de enviar.  | 2/junio/03   |
| El Ing. Mario Marín de la empresa constructora facilitó bitácora, y se fotocopió hasta folio No. 48                            | 16/junio/03  |
| Se recibió información incompleta de la solicitada en oficio LM-PI-PV-AT-070-03  | 8/julio/03   |
| Se recibieron de CONAVI estimaciones Nos. 7, 8, 9, y 10  | 13/agosto/03 |
| Se recibió de CONAVI, la orden de modificación No.5 y Final  | 16/junio/04  |
| Se recibió de CONAVI las órdenes de servicio Nos. 10,11,12 y 13, que hacían falta en la información anteriormente suministrada | 9/julio/04   |
| Se recibió de CONAVI el Adendum No.3   | 9/julio/04   |
| Se recibieron de CONAVI estimaciones Nos. 11 y 12  | 9/julio/04   |

## **12. Prevalencia de documentos**

- a. Ley de Contratación Administrativa No.7494 del 02 de mayo de 1995 y Reglamento General de Contratación Administrativa No. 25038-H.
- b. El Contrato refrendado por la Contraloría General de la República.
- c. Las aclaraciones y/o modificaciones a los documentos de la licitación que eventualmente pudiera emitir la Administración.
- d. El Tomo I del Cartel de Licitación.
- e. El tomo II del Cartel de Licitación.
- f. Los Planos
- g. Las Disposiciones Generales.
- h. Los Memorando de Normas y Procedimientos.
- i. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77)
- j. Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes (MC-83).

## RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

### CAPITULO 1 SOBRE EL DISEÑO Y APROBACIÓN DEL PAQUETE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN.

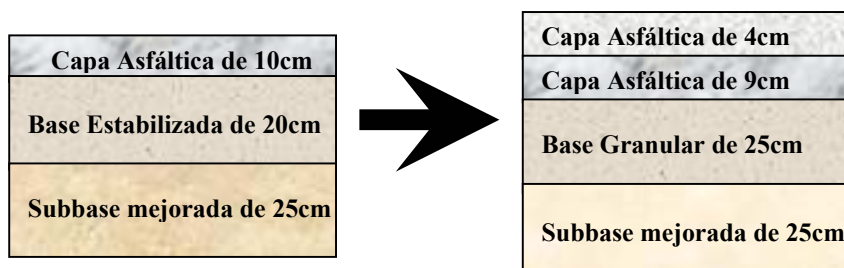
#### Hallazgo No.1: Sobre el cambio de la base y la capa asfáltica.

Las deficiencias de los estudios básicos señalados en la primera auditoría, condujeron a diseños inadecuados del paquete estructural y generaron incertidumbre y secuelas adversas en la etapa de construcción. Lo anterior fue advertido por la empresa contratista Sánchez Carvajal mediante oficio del 14 de octubre del 2002 dirigido al ingeniero de proyecto, al que adjunta un estudio realizado por un consultor privado del pavimento contractualmente definido, del cual se concluye que el diseño original no cumple con los requerimientos estructurales necesarios para el proyecto. Con la intervención de la Dirección de Ingeniería, la Dirección de Obras, la Viceministra del MOPT, la empresa consultora IMNSA, así como el Consejo de Administración de CONAVI se decidió solicitar al consultor una nueva alternativa de solución para el pavimento.

Esta segunda alternativa tampoco satisfizo pues fue cuestionada por la Dirección de Ingeniería del CONAVI, soportada en un informe de Lanamme que concluyó que el paquete estructural no cumplía con requisitos de diseño, y presentaba una vida útil proyectada por agrietamiento a la fatiga muy inferior a los escenarios de carga planteados.

Es criterio de la auditoría que antes de iniciar el proceso constructivo, debe estar claramente definido el pavimento que se va a construir de modo que no se tenga que improvisar soluciones una vez que se inician las obras. Los cambios en el pavimento a construir deben ser mínimos de manera que no generen problemas presupuestarios ni de capacidad estructural en el desarrollo y el desempeño de la obra. La descripción de los trabajos a realizar presentada en el Cartel de Licitación se cambió como se presenta a continuación:

Figura No.1: Cambio de estructura del pavimento.



**Hallazgo No.2: En la definición del paquete estructural, CONAVI asumió responsabilidades que contractualmente había delegado en el Consultor.**

Consecuencia de lo anteriormente descrito y ya en el proceso constructivo, el CONAVI no había definido el paquete estructural que finalmente se implementaría en el proyecto, por lo que en reunión del Consejo de Administración de CONAVI, el 5 de diciembre del 2002 se tomó el acuerdo firme de: “ Solicitar a la firma Consultora IMNSA Ingenieros Consultores S.A. , que realizó el diseño estructural del pavimento semirígido propuesto para los accesos del Puente sobre el Río Tempisque, que realizara un diseño de pavimento flexible con un espesor de 25 cm aproximadamente de base granular, manteniendo los refuerzos en tela, tanto en los humedales como en las zonas de suelos críticos, y una carpeta asfáltica diseñada por etapas para un período de diseño de vida útil de 15 años, según el método AASHTO, de tal forma que el consultor debe proponer los espesores y fechas probables para completar los espesores requeridos para el período de diseño.”

Agrega además el acuerdo, que se debe considerar la factibilidad de reducir el ancho de la sección a 8 metros la capa de rodadura y a 9 metros la base granular.

Con las anteriores premisas, IMNSA realizó el diseño el cual quedó finalmente definido el 19 de diciembre del 2002 en el informe denominado: Estrategia de Construcción por Etapas.

De conformidad con los hechos descritos, la Auditoría Técnica estima que al involucrarse el CONAVI en la definición de parámetros propios del diseño del pavimento que corresponde definir al consultor, al cual se le había encomendado determinar mediante contratación directa No. 012-2001, no sólo incide en los términos del contrato, sino también debilita la responsabilidad profesional del consultor según el artículo 7, folio 38 de la Ley y Reglamento del CFIA. En caso extremo y necesario, la responsabilidad civil del diseño también se vería debilitada.

**Observación No.1: Sobre entrega de memorias de cálculo de los diseños.**

En este proyecto se presentó la situación de que el consultor estaba renuente a entregar memorias de cálculo solicitadas por la Dirección de Ingeniería del CONAVI. Se debería incluir dentro de los términos contractuales la obligación de entregar memorias de cálculo de los diseños realizados, de manera que se pueda respaldar la toma de decisiones en caso de dudas y confusión sobre la soluciones implementadas por el consultor, tal y como sucedió en este proyecto.



## **CAPITULO 2**

### **SOBRE LA PREPARACIÓN, MEDICIÓN Y PAGO DE LAS ESTIMACIONES POR AVANCE DE LA OBRA Y SU CORRESPONDENCIA CON LOS REQUERIMIENTOS CONTRACTUALES.**

**Hallazgo No.3:** *Se elimina este hallazgo referente al pago improcedente por aplicación de precios unitarios diferentes a lo acordado. Lo anterior como consecuencia de la respuesta obtenida por el ingeniero de proyecto en el oficio DO-176.04, donde explica cómo se procedió para fijar los precios.*

**Hallazgo No.4:** *Se elimina este hallazgo concerniente a la autorización de un pago adelantado de pavimento bituminoso, ya que se aclaró, por parte del ingeniero de proyecto, que se trató de un pago parcial, lo cual difiere del caso de un pago anticipado.*

**Hallazgo No.5:** **A partir de la orden de servicio No.9, no hubo claridad en cuanto al programa de trabajo vigente.**

El programa de trabajo incluido en la orden de servicio No.9 indica un plazo de 32 días para concluir el contrato, según se afirma: "...ya que la constructora ofrece terminarlo en este plazo". Se indica el 31 de marzo del 2003 como fecha de reanudación total de la obra, lo cual implica que la constructora ofreció terminarlo para el 1 de mayo del 2003.

La ingeniería de proyecto aportó a esta auditoría el programa de trabajo No.3, el cual inicia la actividad el 21 de abril del 2003 y finaliza el 24 de mayo del 2003, contando con 34 días para la conclusión del proyecto.

También, la ingeniería de proyecto aporta a esta auditoría el programa de trabajo No.4, el cual indica la reanudación de labores el 21 de abril del 2003 y finalizando el 2 de agosto del 2003, para un total de 104 días.

Se nota claramente que, a partir de la orden de servicio No.9, aparecen tres programas de trabajo inconsistentes entre sí y con plazos de ejecución cada vez mayores. Por ejemplo, en el programa de trabajo No.4 se indican 104 días para la actividad de colocación de carpeta, mientras que en el programa de trabajo No.3, se indican 34 días, con la misma fecha de inicio.

De conformidad con la sección 3.16.2 del Cartel de Licitación, los pagos se harán sobre la obra efectivamente ejecutada de acuerdo con el cumplimiento del programa de trabajo actualizado y se aplicará el tipo de cambio del último día del mes según la fecha real en que debió ser ejecutada, según dicho programa de trabajo.

Al existir varios programas de trabajo, la fecha correspondiente al tipo de cambio para efectos de pago, es incierta, con lo cual se incurre en el riesgo de realizar sobrepagos.

**Hallazgo No.6:** *Se elimina este hallazgo referente a la autorización de pago adelantado en el renglón de base de agregados triturados como consecuencia de la aclaración hecha por el ingeniero de proyecto en el oficio DO-176-04.*

**Hallazgo No.7:** **En la estimación No.1 se pagó como excavación para estructuras, la actividad de excavación para ampliación de sección y excavación para las aproximaciones al puente.**

En la estimación No.1 se pagó con precio de excavación para estructuras (\$3,80/m<sup>3</sup>), 116.664 m<sup>3</sup> de una actividad que no reunía las características de aquella. Para enmendar esta situación se creó el renglón 203 (3) A, (Excavación para ampliación de gavetas y rellenos de aproximación), el cual tenía un precio menor (\$3,16/m<sup>3</sup>) y fue aplicado en la estimación No.4 en la que se dedujeron 80.500m<sup>3</sup> de los cobrados a precio de excavación para estructuras.

Sin embargo, no se hizo la deducción de los restantes 36.164m<sup>3</sup> pagados a \$3,80/m<sup>3</sup>. En consecuencia el Ingeniero de Proyecto pagó de más la suma de:

$$36.164 \text{ m}^3 \times (\$3,80 - \$3,16) = \$23.144,96 \text{ (dólares)}$$

En la estimación No.6 se le deducen 15000m<sup>3</sup> más, quedando un pago final de 21.253.38 m<sup>3</sup> que equivalen a:

$$21253.38 \text{ m}^3 \times (\$3,80 - \$3,16) = \$13.602,16 \text{ (dólares)}$$

Según la sección 4.01 del Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes MC-83, *“en ningún caso deberá hacerse intento alguno de pagar cualquier trabajo o material incluido en el proyecto, pero que no figure enumerado en el contrato, aumentando para ello el margen de otras partidas contenidas en aquel. Esta acción equivaldría a una falsificación de los registros y, como tal, podría ocasionar multa, prisión o ambas, de acuerdo con las leyes de La República”.*

**Hallazgo No.8:** **Se autorizan pagos sobre pavimento bituminoso reportados por el inspector de CONAVI como material contaminado.**

De conformidad con el cuadro de la estimación No.10, que comprende el período del 23 de abril al 23 de mayo de 2003, el Ingeniero de Proyecto y el Director de Obras han

autorizado pagos por pavimento bituminoso en una cantidad de 28.700 Tm, lo que representa el 100% de la mezcla contractualmente aprobada hasta dicha estimación.

Sin embargo, de los informes diarios del inspector de CONAVI se colige que 616 Tm se reportaron contaminadas y se han rechazado 81Tm. ( ver anexo)

Pese a que se realizaron pruebas de laboratorio con resultados favorables sobre muestras tomadas en los tramos contaminados, esta auditoría no considera como buena práctica la aprobación de la colocación de materiales que generen dudas en su calidad.

De acuerdo con los principios de buena práctica de la ingeniería vial y las especificaciones prohíben el empleo de materiales contaminados. Además, esta tolerancia riñe con el uso eficiente de los recursos que toda administración está obligada a observar. Los materiales contaminados influyen en el mal desempeño del pavimento bituminoso.

Según el apartado 106.03 de las Especificaciones Generales CR-77:

“Todos los materiales que se estén empleando quedarán sujetos a inspección, prueba o ensayo y rechazo en cualquier tiempo previo a su incorporación dentro de la obra.

Cualquier obra en la que sean empleados materiales no aprobados y no aceptados, sin contar con el visto bueno o permiso por escrito del ingeniero, será hecha a riesgo del contratista y puede ser considerada como inaceptable y no autorizado, pudiendo no pagarse”.

**Hallazgo No.9:** *Se elimina este hallazgo referente a la autorización de pagos de estimaciones al margen de la disposición contractual para hacerlo cada 30 días, debido a la aclaración del ingeniero de proyecto en el oficio DO-176-04 y tomando en cuenta que existió mucha interrupción en los plazos del proyecto por paralizaciones tanto parciales como totales.*

**Hallazgo No.10:** **Se tramitaron estimaciones sin el programa de trabajo actualizado.**

En ninguna de las estimaciones proporcionadas por la ingeniería de proyecto, se adjuntó el programa de trabajo vigente (requisito del cartel). No obstante, aquellas fueron autorizadas y tramitadas por la ingeniería de proyecto.

En el tomo I, Sección II, folio 53 No.6.6.4 de las especificaciones se expresa: “La presentación de los programas de trabajo, estrictamente apegados a las condiciones

contractuales, constituye un requisito ineludible para la tramitación de las estimaciones de avance de obra.

Además en el folio 35, No. 3.16.2 de las especificaciones señala: “Los pagos se harán sobre la obra efectivamente ejecutada...de acuerdo con el cumplimiento del programa de trabajo.

La disposición PP-001-97 contenida en el cartel de licitación y por tanto de acatamiento obligatorio, dispone entre otros los siguientes requisitos relacionados con el programa de trabajo; el cual deberá estar constituido como mínimo por los siguientes elementos.

- Descripción de actividades
- Diagrama de barras Gantt
- Diagrama de flechas CPM
- Metodología de trabajo
- Recursos asignados por actividad
- Avance físico mensual proyectado

También agrega la norma en el folio 9/11, punto 3.4 , UTILIDAD DEL PROGRAMA DE TRABAJO, el cual servirá de base para las siguientes acciones:

- Control del plazo contractual
- Control de las suspensiones de plazo
- Control de los recursos asignados por actividad
- Control de rendimientos
- Etc.

No obstante que la obra tuvo paralizaciones parciales y totales, en la información suministrada no se encontró evidencia de actualización de programa con las características indicadas en la norma citada. Los cronogramas de trabajo muestran las actividades en forma continua desde su inicio hasta el final, sin tomar en cuenta las interrupciones presentadas a lo largo del proyecto.

El importante instrumento de control que constituye el programa de trabajo, no ha sido utilizado adecuadamente en este proyecto, pues no se ha encontrado evidencia de su uso en forma conveniente que permita a la Administración de Conavi un aprovechamiento máximo de los recursos invertidos en esta obra.

**Hallazgo No.11: Se solicitó agregar cemento Portland a la subbase en las aproximaciones al puente y no se ha encontrado evidencia técnica que soporte tal decisión.**

Las especificaciones señalan la necesidad de mejorar la subbase agregando 0,5 sacos de cemento por metro cúbico de material de ésta, en toda la longitud del proyecto.

Durante el proceso constructivo en una visita a la obra realizada el 9 de octubre de 2002, el Director de Obras del CONAVI, solicitó agregar a la subbase en construcción un saco de cemento más por metro cúbico de material, específicamente en las estaciones 5+400 a 5+230 y 6+180 a 6+500 aproximadamente. (Estos tramos son las aproximaciones al puente).

Lo anterior se solicitó, en razón de que el material existente no cumplió con requisitos de calidad, y quedó establecida tal solicitud en el folio No.23 de la bitácora del proyecto. No obstante, no se ha encontrado evidencia técnica o estudio de laboratorio que respalde esa decisión de agregar un saco de cemento Portland por metro cúbico de material de subbase.

La buena práctica de la ingeniería y particularmente en diseño de vías, se sustentan las decisiones de dosificación de los materiales en estudios de laboratorio y un estricto control para su cumplimiento durante la construcción.

Además, en el complemento No.1 del Manual sobre Normas Técnicas de Control Interno relativas a las Obras Públicas emitidas por la Contraloría General de la República, se señala en la norma 411.06 Construcción, en el aparte 411.06.03, lo siguiente: “Toda modificación para aumentar, disminuir o modificar las cantidades...deberá justificarse mediante criterios o dictámenes profesionales escritos que sustenten ampliamente la procedencia de dicha modificación...”

**Hallazgo No.12: El pago de cemento Portland para mejorar la subbase en las aproximaciones al puente, no se encuentra claramente respaldado en registros de obras.**

El 9 de octubre del 2002, quedó establecido en la bitácora del proyecto la solicitud del Director de Obras del CONAVI, de agregar un saco de cemento Portland por metro cúbico de subbase en los tramos entre las estaciones 5+230 a la 5+400 y de la 6+180 a la 6+500.

En la estimación descriptiva No.3, se incluye en el renglón de cemento Portland 0,5 sacos de cemento por metro cúbico de subbase en la longitud total del proyecto, lo que es conforme con lo especificado en el cartel de licitación.

Adicionalmente, se agrega un saco de cemento por metro cúbico en las secciones denominadas A y B, que corresponden con las aproximaciones al puente y con los tramos indicados arriba.

En concordancia con lo solicitado por el Director de Obras, la longitud a reforzar con un saco de cemento por metro cúbico es de 490m, por lo que de acuerdo con el área teórica transversal indicada en la estimación, el volumen al que hay que agregar cemento sería de:  $490\text{m} \times 3,5\text{m}^2$  o sea  $1.715\text{m}^3$ , en consecuencia 1.715 sacos de cemento.

En relación con la estimación No.3 señalada al principio, se usó un volumen de  $5.500\text{m}^3$  para la sección A y  $6.500\text{m}^3$  para la sección B, o sea  $12.000\text{m}^3$  entre ambas secciones, lo que equivale a 12.000 sacos de cemento.

De la comparación de ambas cantidades (según lo solicitado por el Director de Obras y lo señalado en la estimación descriptiva No.3), se nota una diferencia apreciable de 10.285 sacos de cemento, o sea, 514 toneladas, que al precio unitario contractual, representan la suma de \$ 53.713.00 ( dólares ).

Por otra parte, de la revisión hecha a la documentación suministrada por CONAVI incluidos el diario del Inspector y la bitácora del proyecto, no se encontró evidencia de la colocación del cemento solicitado por el Director de Obras.

**Hallazgo No.13: El ingeniero de proyecto pagó con una dosificación más alta de cemento asfáltico respecto diseño de mezcla.**

El pavimento bituminoso definido para el proyecto fue de un espesor de 13 cm y se construyó en dos capas con agregados de dos diferentes fuentes.

Para efectos de cobrar el renglón de cemento asfáltico en las estimaciones Nos. 8, 9, y 10 en que se autorizó el pago, se utilizó para calcular el volumen, un valor de 63,0 lt/Tm por peso de la mezcla.

Basándose en los porcentajes de contenido de asfalto presentados en los diseños de mezcla asfáltica, el asfalto óptimo sobre la mezcla para la capa de 9cm se estableció en 5,8% y para la de 4cm en 6,00%. Haciendo una estimación de la dosificación de asfalto por tonelada de mezcla, asumiendo los datos de los diseños de mezcla, resultaría que se consumen 56.5 lt/Tm para la capa de 9cm y 58.5 lt/Tm para la capa de 4cm.

En concordancia con lo anterior y con las cantidades de pavimento bituminoso colocado que fueron 21.353,97 Tm para la capa de 9cm y 7.308,52 Tm para la capa de 4cm, se consumieron:

21.353,97 Tm x 56.5 lt/Tm = 1.206.499 lt para la capa de 9cm y

7.308,52 Tm x 58.5 lt/Tm = 427.548 lt para la capa de 4cm.

Esto sumaría una cantidad de 1.634.048 lt de asfalto consumidos en las dos capas de mezcla asfáltica colocada.

Al hacer la estimación de pago No.10 del cemento asfáltico con el valor de 63 lt/Tm para toda la mezcla colocada, tal y como se hizo, se calculó un consumo de 1.808.100 lt de asfalto.

Como se puede ver, existe una diferencia de 174.052 lt de asfalto que se pagaron de más por parte del Ingeniero de Proyecto, cantidad que al precio de \$0.27 por litro de asfalto, corresponde a \$46.994 (dólares), pago que se hizo sin sustento de medición exacta de obra.

En la estimación de pago No.11 se incluyen 6000Tm más de mezcla colocada, por la cuales se reconocieron 378000lt de asfalto, utilizando la dosificación de 63 lt/Tm. Si se aplica la dosificación de 58.5 lt/Tm, se obtienen un total de 351000 lt de asfalto, lo que indica un sobrepago de 27000 lt. Al precio unitario correspondiente, esto equivale a \$7.290 (dólares).

Todo esto suma un total de 201.052 lt de asfalto que equivalen a \$54.284 (dólares).

De acuerdo con la sección 401.25 de las Especificaciones Generales del CR-77:  
"Cuando fuese especificado en el contrato como una partida de pago, la cantidad de material bituminoso será el número de litro que se emplearon en el trabajo aceptado".

Debe notarse que pequeñas variaciones en los datos básicos pueden producir diferencias de pago importantes, por lo cual se debe realizar un cálculo riguroso del volumen de asfalto utilizado para la obra.

**Hallazgo No.14:** *Se eliminó este hallazgo referente al pago improcedente en el renglón de tubo de hormigón reforzado de 0,91m de diámetro, ya que el ingeniero de proyecto aportó la aclaración requerida y el finiquito de proyecto, que no se había suministrado al momento de hacer el informe.*

**Hallazgo No.15: No se creó el renglón de pago de tubo de hormigón reforzado de 0,60m de diámetro, a pesar de su utilización en la obra.**

Se colocaron 75m de tubería nueva de 0,60m de diámetro, sin tener disponible el renglón de pago, lo cual indica que el pago se tuvo que hacer con cargo en otros renglones que no correspondían.

En la orden de modificación No.2 se crean los renglones de pago para alcantarilla de 1,52m y 0,80m de diámetro clase III. Usando este mismo procedimiento se debió haber creado el renglón correspondiente al tubo de 0,60m de diámetro.

Según la sección 4.01 del Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes MC-83, *“en ningún caso deberá hacerse intento alguno de pagar cualquier trabajo o material incluido en el proyecto, pero que no figure enumerado en el contrato, aumentando para ello el margen de otras partidas contenidas en aquel. Esta acción equivaldría a una falsificación de los registros y, como tal, podría ocasionar multa, prisión o ambas, de acuerdo con las leyes de La República”*.

Debido a la frecuente modificación de las cantidades autorizadas en cada renglón de pago, se dificulta la administración del contrato y el registro de las cantidades realmente ejecutadas.



### **CAPITULO 3**

## **SOBRE LOS CONTROLES DE CALIDAD EJERCIDOS EN EL PROYECTO, Y SU CORRESPONDENCIA CON LOS REQUERIMIENTOS CONTRACTUALES APLICABLES.**

#### **3.1 Del control de calidad de la subbase mejorada con cemento**

**Hallazgo No.16: Mismos resultados de ensayos realizados para la subbase se detectan en distintas estimaciones de pago de la obra.**

Existen resultados de pruebas realizadas a la subbase que se presentan en distintas estimaciones. En la estimación No.6 se presenta información de límites de plasticidad y granulometrías, mismas que se presentan de nuevo en la estimación No.3. En algunos casos son diferentes ciertos datos que no cumplen la especificación en la estimación No.3, y en la estimación No.6 sí la cumplen. En otras palabras, en los mismos puntos medidos, diferentes datos y resultados.

Además, se presenta el caso de densidades nucleares de la subbase que igualmente se vuelven a presentar en ambas estimaciones No.3 y No.6. En este caso, existen cambios en los valores de porcentaje de compactación que en la estimación No.3 no alcanzaban el 95%, y que en la No.6 sí lo alcanzan. Sin embargo, es muy clara la alteración del dato ya que la densidad medida sí se mantiene igual en ambas estimaciones. En otras palabras, si se calcula el porcentaje de compactación con los datos presentados en la tabla en la estimación No.6, en muchos casos no coincide con el valor de compactación escrito y justamente se cambiaron en los casos que no cumplían especificación en la estimación No.3.

En otros casos, se encontró el mismo informe presentado en dos ocasiones con diferencias en algunas densidades comparativas para los mismos puntos, y en consecuencia, también diferencias en el valor de porcentaje de compactación de la subbase mejorada. Lo que indica que no hay un criterio preciso para determinar el grado de compactación de la subbase mejorada. Estos informes están presentados en la estimación No.6.

Se evidenciaron cambios en algunos datos en los informes de resultados de control de calidad. Además, se repite información en estimaciones diferentes. En este caso, en las estimaciones No.3 y No.6. Cada estimación debe tener soporte confiable y propio para el pago, como se menciona en el cartel de licitación, tomo I, sección 2, numeral 3.15.1: “El contratista debe proporcionar al ingeniero de proyecto liquidaciones mensuales del valor estimado de los trabajos ejecutados menos los montos acumulados de certificados (facturas) anteriores, acompañados de los respectivos certificados de calidad debidamente soportados”.

Es criterio de la auditoría que es inaceptable que exista un ajuste de datos importantes en el control de calidad de la subbase mejorada del proyecto, sobretodo tomando en cuenta que se trata de las pruebas que certifican la calidad de lo que el Estado esta aceptando como un trabajo conforme.

Por otra parte, no tiene sentido ni es adecuado que para diferentes estimaciones se presenten los mismos resultados repetidos.

### **Observación No.2: Sobre la utilización del densímetro nuclear en la subbase**

Se presentan, por parte del laboratorio del contratista, mediciones con densímetro nuclear para determinar la compactación de la subbase mejorada, en las cuales no se especifica la profundidad de medición, por lo que no es claro si la densificación de la totalidad de la capa es representada por las mediciones tomadas.

Se debería especificar la profundidad de medición ya que se podría estar incurriendo en el error de determinar la compactación de una parte superficial de esta capa y no de la totalidad de la capa.

Muchas veces se puede dar el caso en que las capas de base o subbase no estén debidamente compactadas a lo largo de todo su espesor. Por lo tanto, es importante medir la totalidad del espesor para determinar el grado de compactación total de la capa. En este caso no se especifica si se midió en todo su espesor.

### **Observación No.3: Sobre la calibración y el uso del densímetro nuclear**

No se presenta constancia de que el densímetro nuclear esté satisfactoriamente calibrado.

Es importante la calibración de estos equipos ya que estos dependen de las condiciones climáticas y físicas del terreno donde se va a medir, sin dejar de lado la condición de la fuente radiactiva. Si estos equipos no se encuentran bien calibrados, los datos obtenidos podrían reflejar un valor que no necesariamente es representativo de la realidad.

Además, para el cálculo de parámetros que hace el equipo internamente mediante fórmulas en su configuración, tales como el porcentaje de compactación (si el equipo lo hace automáticamente), se le debe introducir el valor correcto de la densidad comparativa, lo cual constituye otra fuente de error si no se prepara previamente el equipo.

Es importante hacer constar que, este equipo esté satisfactoriamente calibrado para garantizar la buena compactación del material.

**Observación No.4: Sobre la determinación del porcentaje de compactación de la subbase**

Se usan diferentes densidades comparativas para la determinación del porcentaje de compactación de la subbase mejorada en sitio. En la estimación No.6 existe una nota con fecha 15 de noviembre de 2002 y número de informe 536-2002, donde se acuerda con el ingeniero de proyecto, comparar con una "familia de curvas" para reflejar el verdadero valor de la relación humedad-densidad. Esto se hace debido a la condición heterogénea del material existente que se mejoraría con cemento.

Es importante garantizar el grado de compactación especificado para el proyecto. Para esto se debe determinar con seguridad la densidad comparativa del material al que se le está midiendo la compactación. La escogencia del valor de la densidad máxima que determinaría el valor de compactación real en sitio de la subbase mejorada, mediante la "familia de curvas", queda sujeta a un criterio subjetivo e impreciso, el cual no garantiza que se cumplan las condiciones solicitadas en el contrato. En el proyecto se tienen valores densidad comparativa para medir compactación de la subbase mejorada que varían desde  $1.510\text{kg/m}^3$  hasta  $2.191\text{Kg/m}^3$ . De acuerdo con esto, se podrían dar variaciones del porcentaje de compactación que pueden oscilar entre 0% y 30%, dependiendo de la escogencia de esta densidad comparativa. En este sentido se puede inducir en un error muy fácilmente a la hora de determinar la compactación real del material.

Es conveniente asegurar los procedimientos de compactación en la totalidad del tramo del proyecto, para garantizar que el pavimento vaya a tener el desempeño esperado para las cargas estimadas en el diseño.

**3.2 Del control de calidad de la base granular****Hallazgo No.17: La verificación de la calidad del material de base indica que no cumple la especificación de CBR.**

Según el laboratorio de verificación de calidad, el material usado para base granular proveniente del Tajo La Italiana, no cumple con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, CR-77, propiamente en el apartado 703.06, donde dice que el CBR debe ser igual o mayor a 80 para un porcentaje de compactación del 95% de la densidad obtenida del ensayo AASHTO T-180.

Se realizaron dos ensayos de este material por parte del laboratorio CACISA, uno el 21 de agosto del 2002, en el informe # 502-2002, y otro el 28 de octubre del mismo año en el informe #658-2002. En ninguno de los ensayos de este material, el valor de CBR

cumple la especificación, mientras que para el laboratorio de Oscar Julio Méndez, encargado del control de calidad, sí la cumple.

La ingeniería de proyecto aporta un tercer ensayo de CBR para el material del Tajo La Italiana, el cual arroja un resultado al límite de la especificación, o sea, 80. Este informe, con fecha del 26 de diciembre de 2002, donde se presentó esta prueba de CBR, no tiene claro cuál laboratorio lo realizó y no está firmado por un profesional responsable. Es criterio de esta auditoría que persiste la duda sobre la idoneidad de las características de este material al no existir suficientes pruebas para caracterizar mejor el material.

No se encontró ningún documento que explique si hubo acciones correctivas por estos resultados que presentó el laboratorio de verificación (CACISA).

Es importante cumplir este parámetro para garantizar la capacidad soportante de esta base para las cargas previstas en todo el paquete estructural diseñado.

#### **Observación No.5: Sobre la utilización del densímetro nuclear en la base.**

Se presentan, por parte del laboratorio del contratista, mediciones con densímetro nuclear para determinar la compactación de la base granular, en las cuales no se especifica la profundidad de medición, por lo que no es claro si la densidad de la totalidad de la capa es representada por las mediciones tomadas.

Se debería especificar la profundidad de medición ya que se podría estar incurriendo en el error de determinar la compactación de una parte superficial de esta capa y no de la totalidad de la capa.

Muchas veces se puede dar el caso en que las capas de base o subbase no estén debidamente compactadas a lo largo de todo su espesor. Por lo tanto es importante medir la totalidad del espesor para determinar el grado de compactación total de la capa. En este caso no se especifica si se midió en todo su espesor.

### **3.3 Del control de calidad de la mezcla asfáltica**

**Hallazgo No.18:** *Se eliminó este hallazgo referente a las propiedades de la mezcla asfáltica, debido a que la auditoría analizó el único diseño de mezcla que le fue suministrado al solicitar la información requerida. En el oficio DO-176-04 donde se expone la respuesta al informe de auditoría por parte del ingeniero de proyecto, éste aportó el diseño de mezcla que realmente se utilizó y que había sido aprobado.*

**Hallazgo No.19: La cantidad de núcleos extraídos es insuficiente para cumplir con el control de compactación presentado en el programa de control de calidad.**

No se cumple con la cantidad de núcleos requerida en el programa de control de calidad hecho por el laboratorio del contratista, para la determinación del porcentaje de compactación en sitio de la capa asfáltica de 9cm de espesor hecha con mezcla con agregado del tajo Murillo.

Según el programa de control de calidad, presentado por el laboratorio del contratista, se proponía la extracción de un núcleo cada 200m<sup>3</sup> de mezcla asfáltica colocada. De acuerdo a la información suministrada solo se presentaron 36 resultados de densidades de la mezcla asfáltica por medio de núcleos extraídos. Esta cantidad de núcleos correspondería a un total de mezcla asfáltica colocada de 7.200m<sup>3</sup>, volumen que anda bastante alejado de la cantidad real colocada en esta capa de 9cm, que es cercana a 9.000m<sup>3</sup>.

El contratista debe cumplir con el número de núcleos programado por el laboratorio del contratista, ya que este es parte del control de calidad presentado y aprobado por el ingeniero de proyecto para medir la calidad real de lo construido.

**Hallazgo No.20: El control de compactación de la capa asfáltica de 4cm no fue realizado por el laboratorio del contratista.**

Para la capa de 4cm, hecha con mezcla asfáltica producida con agregado del Río Barranca, no se presentan pruebas de compactación de acuerdo a la disposición AM-01-2000, en el apartado 401.08, donde especifica que se debe garantizar un porcentaje de compactación de la mezcla asfáltica colocada de 94.5%  $\pm$ 2.5% del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia, medida a través de núcleos extraídos en sitio.

Es inaceptable tramitar una estimación de pago omitiendo la labor de cuantificar el grado de compactación de esta capa de rodamiento, conforme los especifican las normas, y agregando el hecho de que esta capa es la que recibe directamente las cargas de los vehículos y el efecto del intemperismo.

**Hallazgo No.21: La compactación de la mezcla asfáltica colocada tiene un grado de incumplimiento significativo de la especificación.**

De los 36 núcleos extraídos para pruebas de compactación de la mezcla asfáltica en la capa de 9cm (agregado del tajo Murillo), presentadas por el laboratorio del contratista indican que el 7 de las muestras (19%), no alcanzan el 92% de compactación, o sea, que poseen vacíos superiores al 8%.

El LANAMME realizó un muestreo, para lo cual se escogieron aleatoriamente tres tramos de un kilómetro en cada uno de los cuales se extrajeron 16 núcleos, seleccionando también aleatoriamente cada sitio de muestreo.

Del muestreo realizado por el LANAMME, resultó que el 33% de los núcleos extraídos de la capa asfáltica de 9cm, producida con agregado del tajo Murillo, no cumple con el 92% de compactación respecto a la gravedad máxima teórica, también determinada en el LANAMME<sup>1</sup>.

De la capa de 4cm producida con agregado del Río Barranca, el 68% de los núcleos resultaron con un porcentaje de compactación menor al 92% de compactación sobre la gravedad máxima teórica, también determinada en el LANAMME.

El promedio de todas las densidades máximas teóricas reportadas por el laboratorio del contratista es de 2486 kg/m<sup>3</sup>, con una desviación estándar de 13 kg/cm<sup>2</sup>.

Si se realiza una estimación estadística del incumplimiento, se obtiene un 26% de incumplimiento para los datos de núcleos reportados por el contratista, y un 35% de incumplimiento con los datos determinados por el LANAMME. La diferencia puede explicarse en términos de la variabilidad de la densidad máxima teórica de referencia, que el contratista ajusta de acuerdo con la densidad correspondiente para la producción del periodo, en cambio los datos del LANAMME se basan en el promedio de todas las densidades máximas medidas por el contratista. Las estimaciones de compactación realizadas por el contratista tienen un mayor grado de precisión y por lo tanto una menor dispersión de los datos, sin embargo ambos resultados obtenidos de los dos muestreos son comparables.

Para los datos de gravedad específica bruta obtenidos en el LANAMME, un análisis de sensibilidad de los vacíos calculados para diferentes valores de gravedad máxima teórica, revela que se mantienen porcentajes de incumplimiento apreciables aún en el escenario más optimista, según se aprecian en la Tabla No.1.

**Tabla No.1.** Variación de los porcentajes de cumplimiento en función del valor de gravedad máxima teórica de referencia utilizados.  
(datos de gravedad específica bruta medidos por el LANAMME)

| <b>Descripción<br/>(datos del contratista)</b>  | <b>Valor<br/>(kg/m3)</b> | <b>% Incumplimiento*</b> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| G.M.T máxima medida   | 2521                     | 57.8                     |
| G.M.T promedio  | 2486                     | 35.6                     |
| G.M.T mínima medida   | 2465                     | 26.7                     |
| * A partir de gravedades específicas brutas medidas en los núcleos tomados por el LANAMME |                          |                          |

<sup>1</sup> La memoria de calculo se muestra en el Anexo

Se observa que, en el mejor de los casos el incumplimiento no sería menor al 26.7%. Por lo tanto, no puede atribuirse el incumplimiento significativo detectado a la selección de la densidad máxima de referencia utilizada.

En cuanto a la compactación de la mezcla asfáltica pueden realizarse las siguientes afirmaciones:

- 1- Los datos de autocontrol de calidad del propio contratista revelan un incumplimiento normativo (vacíos superiores al 8%) del 19%.
- 2- Si se utiliza inferencia estadística para analizar los datos del contratista, el porcentaje de incumplimiento es del 26%. El porcentaje de incumplimiento aumenta ligeramente con respecto al incumplimiento normativo, debido a la dispersión de los datos.
- 3- El muestreo aleatorio realizado por el LANAMME indica un incumplimiento normativo mínimo del 27%, en el escenario más favorable
- 4- Existen evidencias de una deficiente compactación de la capa asfáltica inferior Este incumplimiento (por lo menos de un 20% en el caso más favorable) fue detectado en los datos del autocontrol, y confirmado posteriormente por el muestreo realizado por el LANAMME.

Esta Auditoría tiene evidencias de incumplimiento de la disposición AM-01-00, que dice que la compactación de las capas asfálticas deberá alcanzar un  $94.5\% \pm 2.5\%$  sobre la gravedad máxima teórica de referencia y un porcentaje de compactación máximo de modo que no produzca vacíos menores a un 3%.

Es importante garantizar que las capas asfálticas estén bien compactadas para que se presente el desempeño esperado del diseño del pavimento.

**Observación No.6: No se especifica la profundidad de medición en la utilización del densímetro nuclear en la capa asfáltica colocada.**

En las mediciones con densímetro nuclear para la capa asfáltica de 9cm producida con agregados del tajo Murillo, no se especifica la profundidad de medición, por lo que no es claro si la densificación de la totalidad de la capa es medida adecuadamente.

Se debería especificar la profundidad de medición ya que se podría estar incurriendo en el error de determinar la compactación de una parte superficial de esta capa y no de la totalidad de la capa. Por otro lado, también se puede dar el caso de medir la compactación de la capa asfáltica desde una profundidad en que se tome en cuenta parte de una capa inferior, alterando el resultado real.

Es importante garantizar la compactación de todo el espesor de la capa asfáltica, para que no queden puntos vulnerables a un mal desempeño del pavimento.

**Observación No.7: No se garantiza que la metodología de selección de puntos de muestreo de núcleos sea aleatoria.**

No se presenta un plan de muestreo aleatorio por parte del laboratorio Oscar Julio Méndez, para la extracción de núcleos de la capa asfáltica colocada que sirven para medir la calidad de compactación.

La sana práctica de la ingeniería indica que es indispensable realizar este tipo de muestreos de forma aleatoria para garantizar muestras representativas estadísticamente hablando.

Es indispensable garantizar que los muestreos se hagan de forma aleatoria, ya que si los puntos de muestreo se escogen subjetivamente (no aleatorio) pueden favorecer a cualquiera de las partes, no siendo representativos de la realidad, para aceptar y pagar la mezcla asfáltica.

**Hallazgo No.22: El contratista no cumplió con aplicar el método con parafina para la determinación de la densidad específica bruta de los núcleos extraídos.**

No existe evidencia de que se utilice el método con parafina (AASHTO T-275) para determinar la densidad específica bruta de los núcleos extraídos.

Según la disposición AM-01-2000, para mayor precisión, la determinación de la gravedad específica bruta de los núcleos se hará utilizando el método de la parafina (AASHTO T-275).

**Hallazgo No.23: El riego de liga asfáltica no cumple requisitos de uniformidad al ser aplicado.**

Se halló evidencia que el riego de liga asfáltica aplicado entre la capa superficial de 4cm y la capa inferior de 9cm no fue homogéneo. En otras palabras, no recubría la totalidad de la superficie. Esto se ilustra en las siguientes fotografías.

Además, se pudo notar que en algunos núcleos extraídos por el LANAMME, las capas estaban totalmente desligadas una de la otra.





**Fotografías No.1 y No.2 :** Fotografías del riego de liga asfáltica utilizado en las cercanías de la estación 2+000.

Según el apartado 407.05 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, CR-77, el riego de liga debe ser uniformemente distribuido en la superficie, situación que no se cumplió y es clara en las fotografías. Se puede observar que hay franjas que no tienen adherido nada de ligante.

Al existir partes o franjas que no son cubiertas con riego de liga, esto provoca que en estos lugares las capas actúen independientes y no tengan suficiente resistencia conjunta para soportar las cargas para las cuales se diseñó el pavimento.

Al respecto el manual MS-22 del Instituto del Asfalto indica que para riegos de liga: “El asfalto emulsificado diluido fluye fácilmente del distribuidor, lo cual permite una aplicación más uniforme del riego de liga”. El hecho de que el riego de liga deba ser “ligero” no quiere decir que pueda ser distribuido de forma poco uniforme.

**Hallazgo No.24: Se presentó un defecto constructivo en las súper elevaciones de la vía que afecta la estabilidad de taludes laterales del relleno.**

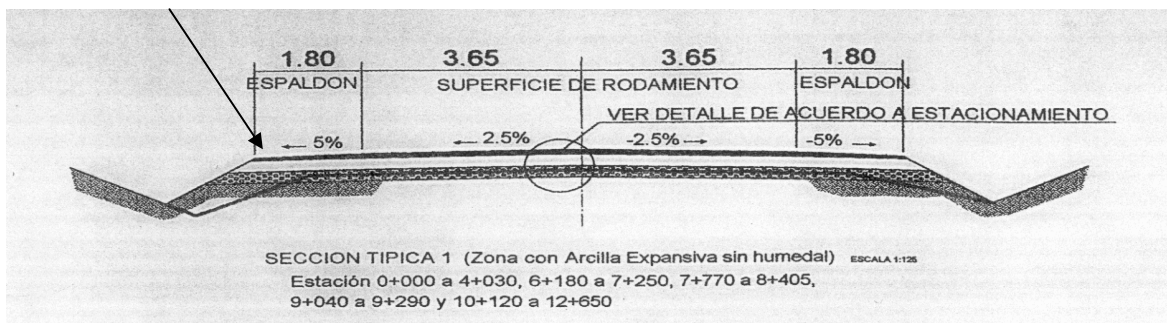
Se ha observado en el proyecto, un defecto constructivo que no ha sido corregido adecuadamente y que implica costos de reparación a corto plazo que tendrá que hacer CONAVI y son una obligación contractual. Se trata de las súper elevaciones de la carretera, las cuales no se construyeron según lo señalado en planos, pues la pendiente indicada del espaldón para sacar las aguas de la vía se alteró por el cambio en el pavimento y en consecuencia el agua se acumula en él, lo que ocasionó que se improvisara con una solución emergente, rompiéndolo para hacer unos canales de desagüe para que el agua salga.

Sin embargo, el agua de lluvia no es convenientemente encausada de forma que no cause daño a la carretera. Al respecto ver fotografía adjunta No.3 y Figura No.2.

Este es un caso en que el cambio del objeto contractual genera un efecto adverso no previsto, que obligó a una solución improvisada.

Las especificaciones del proyecto en el tomo I, sección II, folio No.35, punto 6.11 Defectos, indica: “ 6.11.1. Durante la ejecución de las obra, el Ingeniero de proyecto debe controlar el trabajo del Contratista y notificarle los defectos que encuentre. .... El Ingeniero de proyecto debe ordenar al Contratista que corrija cualquier trabajo que considere que tiene algún defecto.”

El defecto constructivo se produjo al construir esta pendiente con inclinación hacia el interior de la vía por los peraltes de las curvas.



**Figura No. 2:** Sección típica



**Fotografía No.3 :** Daños hechos por el agua.

La flecha en la fotografía No.3 señala lo apuntado en el párrafo de arriba sobre el defecto constructivo en las súper elevaciones y la solución emergente implementada. Puede observarse la socavación que ha causado el agua sobre el relleno granular. Esta forma improvisada e inapropiada para sacar las aguas por el defecto señalado se presenta en cerca de 30 sectores del espaldón. Esta fotografía No.3 fue tomada el 27 de agosto del 2003 en visita al proyecto.



**Fotografía No.4:** Erosión de taludes.

En la fotografía No.4 se observa la erosión causada por el agua al fluir por los taludes. Los taludes de la base granular no han sido protegidos de la erosión del agua de lluvia. Las deficiencias mostradas en las fotografías de este hallazgo son evidentes, y con seguridad causarán gastos al país en el corto plazo de no corregirse oportunamente.

**Observación No.8: Existen zonas de riesgo de accidentes en las cuales no existen barreras de contención.**

Es criterio de la auditoría que existen zonas de riesgo de accidentes en los que los vehículos se podrían salir de la carretera y caer de alturas importantes, sobre todo en curvas y alcantarillas, tomando en cuenta que es una carretera en que se circula a velocidad alta, por su espacio y diseño geométrico. Por este motivo se considera necesario la construcción de barreras adicionales de contención. La fotografía No.5 muestra un ejemplo de esto.





**Fotografía No.5:** Curva peligrosa sin barrera de contención de vehículos.

**Observación No.9: Se utiliza una capa de “traba” en el proceso constructivo de colocación de mezcla asfáltica.**

En visitas realizadas se pudo observar el empleo de capa de “traba” con mezcla asfáltica para ejecutar el proceso constructivo de colocación de capas asfálticas. Estas prácticas son técnicamente incorrectas.

La sana práctica de ingeniería indica que este procedimiento constructivo no es recomendable para garantizar una buena compactación de la totalidad del espesor de la capa asfáltica colocada, y tampoco garantiza una buena adherencia entre las dos capas unidas por la “traba”, y además implica desperdicio de mezcla asfáltica que se coloca a mano siguiendo métodos rudimentarios.

Por otra parte, esta mezcla utilizada para esta práctica se pagó como mezcla asfáltica colocada y compactada con maquinaria especializada, situación que no es real, ya que simplemente es lanzada por operarios, de la vagoneta al pavimento. Esta cantidad de mezcla utilizada como “traba” alcanza las 1.277Tm, pagadas a un precio de \$20,52 / Tm, o sea \$26.204 (dólares).



Fotografías No.6 y No.7: Utilización de “traba” en las cercanías del Puente sobre el Río Tempisque.

**Observación No.10: No se utiliza una adecuada identificación de las muestras de control de calidad.**

De las pruebas que se realizaron de los diferentes materiales utilizados en el proyecto, no se cuenta con números o identificaciones de las muestras ensayadas en los informes presentados.

Según el apartado 4.3.1 b de la Disposición General MN-01-2000, todos los muestreos de autocontrol deberán quedar debidamente identificados utilizando una adecuada numeración y pintura en las carreteras.

En la sana práctica de la ingeniería se debe dejar bien documentado el control de calidad implementado en el proyecto, además de la ubicación exacta en la carretera. Esto sería muy útil para corregir errores que se puedan presentar en un futuro. Con una completa identificación de los lugares de muestreo se lograría determinar decisiones de mejora o solución a estos problemas.

Además, mediante números consecutivos de muestras la administración puede asegurar la cronología de la presentación de pruebas en el sistema de control de calidad de modo que se sepa con certeza lo que se presentó y lo que faltó, y con la frecuencia que se realizó.

**Hallazgo No.25:** *Se eliminó este hallazgo referente a las ampliaciones de plazo y paralizaciones de ejecución del proyecto sin soporte adecuado debido a la aclaración que hizo el ingeniero de proyecto en el oficio DO-176-04 y a que se le entregó a esta auditoría información importante en esta materia.*

**Hallazgo No.26:** *Este hallazgo está totalmente relacionado con el hallazgo No.10. Teniendo en cuenta esto, se amplió el hallazgo No.10 y se eliminó el No.26.*

## CONCLUSIONES

De esta segunda parte de la auditoria realizada en el proyecto llamado "Mejoramiento a los Accesos al Puente sobre el Río Tempisque" se pueden extraer las siguientes conclusiones:

### *De la planificación del proyecto*

- Debido a la ausencia de estudios básicos y diseños correctos y completos que debió preparar o contratar la Dirección de Ingeniería del MOPT-CONAVI, el proceso constructivo entró en crisis, entre otras razones, por las deficiencias y carencias de la información contenida en el cartel de licitación, poniéndose en práctica consecuentemente, la toma de decisiones precipitadas para solucionar sobre la marcha lo que debió ser resuelto oportunamente en la etapa de diseño en que correspondía definir el pavimento a construir. Por esta razón entre otras, la definición de la base y la capa asfáltica a construir se decidió después de firmado el contrato, cuando ya se estaba construyendo la obra, ocasionándose un incremento en el plazo de ejecución y en los costos del proyecto, modificando el precio ofrecido en el concurso.

### *De los pagos realizados y el control del plazo*

- El programa de trabajo, siendo un indispensable instrumento de control, e imperativo su empleo de acuerdo al cartel de la licitación, no ha sido utilizado adecuadamente en este proyecto, pues no se ha encontrado evidencia de su uso en forma conveniente que permita a la Administración de CONAVI un aprovechamiento máximo de los recursos invertidos en esta obra, tal y como lo demanda la Ley.
- Se pagó cemento asfáltico adicional al requerido en el diseño de la mezcla, sin ninguna justificación técnica ni mediciones que respalden la cantidad de litros de asfalto utilizada para efectos de estimaciones de obra.
- Se utilizaron renglones de pago para pagar actividades o materiales que no correspondían. En algunos casos los precios unitarios tienen importantes diferencias, por lo que se generan pagos improcedentes, lo que incide en el uso eficiente de los recursos públicos. Algunos ejemplos de esto se presentan en el hallazgo No.7 con el pago de la actividad de excavación para ampliación de sección y excavación para las aproximaciones al puente, donde inicialmente se utilizó el renglón de pago de "excavación para estructuras" a pesar que último tenía un precio de \$0,64/m<sup>3</sup> mayor al que se creó luego, para enmendar la situación. Por otra parte, en el hallazgo No.15, se expone la situación de que no se creó el renglón de tubo de hormigón reforzado de 0,60m de diámetro, a pesar de que se colocaron 75m de este tubo.

### *Del control de calidad de materiales*

- Se evidenció la presentación de informes de control de calidad (por parte del laboratorio de autocontrol del contratista), repetidos en diferentes estimaciones y en algunos casos con datos diferentes, cambiados sin ningún argumento técnico aceptable. Esto incide en la confiabilidad de estos informes, y en consecuencia, del control de calidad llevado a cabo por este laboratorio contratado por la empresa constructora Sánchez Carvajal.
- El laboratorio encargado de la verificación de calidad detectó que el material de base utilizado del Tajo La Italiana, no cumplía con el parámetro tan importante de CBR que está directamente relacionado con la capacidad soportante de este material. A pesar de esto no se encontró evidencia que se aplicaran medidas necesarias para cambiar de fuente y rechazar el material que no cumplía con la esta especificación, lo que influye negativamente en el desempeño esperado del pavimento diseñado.
- Se detectó por parte del LANAMME insuficiente compactación en las capas asfálticas colocadas, detectándose este problema en al menos un 20% de las mediciones de compactación con núcleos.
- Se observó un riego de liga entre las capas asfálticas de 9cm y 4cm, hecho de forma no uniforme, lo que se reflejó en el momento de extraer los núcleos, debido a que ambas capas salían desligadas una de otra en varios puntos. Esto incide en la durabilidad de la mezcla asfáltica colocada, pero además, el producto que se pagó no cumplía especificaciones.
- Se utilizó mezcla asfáltica como “traba” en el proceso constructivo, siendo actividad innecesaria y que afecta adversamente la durabilidad del pavimento.

## RECOMENDACIONES

### *De la planificación y el diseño de la obra:*

- El CONAVI debe mejorar la fase de estudios básicos y planificación de obras para que no se contraten trabajos con planos incompletos o cantidades deficientes como fue el caso de este proyecto. Así se evitan grandes cambios en la obra que alteran el equilibrio económico del contrato adjudicado, echando a perder el proceso previo de contratación administrativa.
- Establecer dentro de las condiciones cartelarias en futuros concursos, la práctica de contratar consultores de diseño de carreteras que deban entregar las memorias de cálculo, con el fin de que en caso necesario permitan resolver dudas por parte de la Administración y evitar atrasos en la toma de decisiones como sucedió en este proyecto.
- El CONAVI debe respetar la responsabilidad profesional del diseñador del pavimento, evitando hacer cambios improvisados que alteran la estructura diseñada por los consultores de diseño y que pueden afectar la vida útil y la economía del pavimento.

### *Del pago por obra realizada:*

- Las cantidades pagadas de materiales cementantes (asfaltos o cemento Portland) deben estar respaldadas por los respectivos diseños y estudios de laboratorio que justifiquen las dosificaciones empleadas, además por los reportes de medición de obra.
- Adjuntar cada estimación de obra el respectivo cronograma de trabajo actualizado que justifica el tipo de cambio del dólar aplicado. En un contrato nominado en dólares con pagos efectivos en colones, la fecha de tipo de cambio debe quedar registrada sin que quede lugar a dudas el día de aplicación. El CONAVI debe utilizar apropiadamente los programas de trabajo y el método de la ruta crítica para controlar el avance de las obras en construcción, conforme a las normas ya existentes para este tema.

### *Del control de calidad en obra:*

- El CONAVI debe mejorar sus sistemas de control de calidad en los proyectos viales para evitar que se presenten dudas sobre la calidad de los materiales, ya sea por falta de información, por dudas sobre la representatividad de los resultados o por repetición de idénticos resultados en diferentes pagos al contratista.



- Definir o mejorar la metodología para la determinación de la compactación de los materiales de sub-base ya que se usan diferentes curvas comparativas de las cuales se utiliza cualquiera de estas, argumentando de que el material responde a una familia de curvas ya que este es muy heterogéneo. Esto puede provocar que se incurra en un error a la hora de escoger el valor de densidad máxima, calculando así, de forma no precisa, el porcentaje de compactación real de la capa granular.
- Controlar con mayor rigurosidad el proceso de compactación de mezcla asfáltica, pues se presentan incumplimientos significativos por la alta porosidad de la mezcla. Un mejor control requiere un aumento en la frecuencia de las mediciones (extracción de núcleos principalmente), buen control en los factores relevantes (temperatura de compactación, número de pasadas y tipo de maquinaria utilizada) y una ejecución más precisa del proceso de compactación
- El CONAVI debe implementar un modelo de pago en función de la calidad para los contratos viales de la Dirección de Construcción Vial, tal y como existe para la Dirección de Conservación Vial. Se debe establecer controles estadísticos de calidad, y un sistema de pago consecuente, de manera que se refleje la dispersión del proceso en la calidad del producto obtenido. No es posible comprender la diferencia de política respecto a la calidad que prevalece en estas dos direcciones del CONAVI.
- El CONAVI debe capacitar a los ingenieros e inspectores de obra para que supervisen y no permitan errores constructivos como los detectados en el riego de ligante asfáltico, el uso de la traba con mezcla asfáltica, la compactación deficiente de la mezcla y los drenajes laterales no funcionales que se detectaron en esta obra. Además no debe dejarse de lado la seguridad vial y el señalamiento vial en los estudios y diseños de obras a construir.

#### **Firmas del equipo auditor**

**Ing. Marcos Rodríguez Mora**  
Coordinador de Auditorías Técnicas

**Ing. Mauricio Salas Chaves**  
Auditor LANAMME

**Ing. Roy Bogantes González**  
Auditor LANAMME