



## Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-14-2021

### INFORME DE ASESORÍA

# ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE SUSTITUCIÓN, DEMOLICIÓN Y REHABILITACIÓN DE 8 PUENTES EXISTENTES DEL PROYECTO DE DISEÑO, REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RUTA NACIONAL N° 32.



San José, Costa Rica  
febrero, 2021



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-30-2020	Fecha de emisión: febrero de 2021	Página 2 de 25
------------------------	-----------------------------------	----------------

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr



<b>1. Informe No.:</b> LM-PIE-14-2021		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título:</b> ESTIMACIÓN DE COSTOS EN LA REHABILITACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE 8 Puentes existentes del Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32.		<b>4. Fecha del Informe</b> febrero, 2021
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna		
<b>7. Resumen</b> El presente informe es parte de la asesoría brindada al órgano de la Comisión Especial de la Provincia de Limón de la Asamblea Legislativa, encargada de analizar, investigar, estudiar, dictaminar y valorar las recomendaciones pertinentes en relación con la problemática social, económica, empresarial, agrícola, turística, laboral y cultural de dicha provincia. Este informe se genera en respuesta a la solicitud del diputado integrante del órgano Eduardo Newton Cruickshank Smith, realizada en la sesión del pasado 08 de febrero del 2021 y por medio de la cual se le pide al LanammeUCR asesoría en el Proyecto Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32, respecto a las recomendaciones de atención del Contratista en los puentes existentes de la ruta y el impacto económico de estas en el monto de contrato de las obras.		
<b>8. Palabras clave</b> 2021, auditorías técnicas de puentes, informe de asesoría, LM-PIE-14-2021, puentes existentes, PIE, UAT, costos, recomendaciones de atención, rehabilitación, ampliación, Limón, Ruta Nacional N° 32.	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 25
<b>11. Inspección e informe por:</b>  Ing. Andrés González León Programa de Ingeniería Estructural	<b>12. Inspección y revisión del informe por:</b>  Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Programa de Ingeniería Estructural	<b>13. Aprobado por:</b>  Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-30-2020	Fecha de emisión: febrero de 2021	Página 4 de 25
------------------------	-----------------------------------	----------------

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>7</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>8</b>
<b>5. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE RECOMENDACIONES DE ATENCIÓN DE PUENTES EXISTENTES. ....</b>	<b>13</b>
<b>6. ESTIMACIÓN DEL COSTO TOTAL DE LA RECOMENDACION DE SUSTITUCIÓN DE LOS 8 PUENTES EXISTENTES .....</b>	<b>19</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>8. REFERENCIAS.....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXO A. OFICIO CSRN32-0115-2021 ENVIADO POR LA SUPERVISIÓN A LA UNIDAD EJECUTORA DEL PROYECTO. ....</b>	<b>23</b>



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-30-2020	Fecha de emisión: febrero de 2021	Página 6 de 25
------------------------	-----------------------------------	----------------



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe es parte de la asesoría brindada al órgano de la Comisión Especial de la Provincia de Limón de la Asamblea Legislativa, encargada de analizar, investigar, estudiar, dictaminar y valorar las recomendaciones pertinentes en relación con la problemática social, económica, empresarial, agrícola, turística, laboral y cultural de dicha provincia.

Este informe se genera en respuesta a la solicitud del diputado integrante del órgano Eduardo Newton Cruickshank Smith, realizada en la sesión del pasado 08 de febrero del 2021 y por medio de la cual se le pide al LanammeUCR asesoría en el Proyecto Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32, respecto a las recomendaciones de atención del Contratista en los puentes existentes de la ruta y el costo aproximado para la condición de sustitución de los puentes existentes del proyecto.

## 2. OBJETIVO

Estimar de forma aproximada el costo de sustitución, demolición y rehabilitación de 8 puentes existentes de la Ruta Nacional N° 32 que tienen una recomendación de atención de “Sustitución” por parte del Contratista.

## 3. ALCANCE

Este informe se limita a presentar una estimación de los costos de sustitución, demolición y rehabilitación de 8 puentes existentes sobre la Ruta Nacional N° 32, como parte del Proyecto Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 a cargo del Contratista China Harbour Engineering Company LTD (CHEC).

En este informe se utilizaron las recomendaciones de atención por parte del Contratista para 17 puentes existentes sobre la ruta. Esta información fue previamente aprobada por la Administración y proporcionada al LanammeUCR mediante el oficio *CSRN32-0115-2021* de la supervisión del proyecto con fecha de enero del 2021 (ver Anexo A).

Como parte del oficio *CSRN32-0115-2021* se brinda un archivo con el listado de 17 puentes existentes del proyecto y el diseño final de la recomendación de atención a realizar en cada uno de los puentes por parte del Contratista, siendo de interés para este informe aquellos

Informe LM-PIE-30-2020	Fecha de emisión: febrero de 2021	Página 7 de 25
------------------------	-----------------------------------	----------------



puentes existentes que se recomiendan demoler y construir un puente nuevo, correspondiente a 8 puentes en total. A la fecha el LanammeUCR no cuenta con la información oficial del diseño final de la recomendación de atención para el total de los 33 puentes existentes del proyecto.

Además, se adjunta información financiera y avance físico del proyecto, así como informes de autocontrol y verificación de la calidad del proyecto. El listado de la información suministrada a partir del oficio se puede observar en el Anexo A.

Para las estimaciones de los costos de la sustitución y rehabilitación de los 8 puentes existentes analizados, se utilizaron los montos de contrato obtenidos de la información financiera incluida en el oficio *CSRN32-0115-2021*. Para la estimación de costos de demolición se usaron bases de datos de costos recopilados por el LanammeUCR de otros proyectos adjudicados mediante procesos de licitación promovidos por la Administración (MOPT-CONAVI).

Este informe proporciona una valoración de los posibles costos de las recomendaciones de atención que se proponen ejecutar en los 8 puentes existentes del proyecto por parte del Contratista y es de carácter informativo. No pretende establecer criterios para la resolución de conflictos por términos de contratación respecto a los montos estimados de las actividades.

Los montos económicos presentados en este informe son en dólares americanos ya que el desglose de los rubros de pago en estimaciones de pago y avances financieros presentados por la Administración se realizan utilizando esta moneda.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 comprende el tramo de 107 km entre la intersección con la Ruta Nacional N° 4 (cruce a Sarapiquí) y la ciudad de Limón y para la ejecución del diseño y construcción se adjudicaron las obras al Contratista China Harbour Engineering Company LTD (CHEC).



El monto del contrato de adjudicación de los trabajos al Contratista es de \$ 465 593 387,07 (diseño + construcción), donde un 85 % (\$ 395 754 379,01) del monto total del contrato es financiado mediante un préstamo concesional por el Export-Import Bank de China (China Exim Bank) y el otro 15 % (\$ 69 839 008,06) es financiado por una contrapartida del Gobierno de Costa Rica, además de una contrapartida nacional adicional de \$ 77 888 750,00 por concepto de expropiaciones, reubicación de servicios públicos, Unidad Ejecutora, supervisión y consultores del proyecto. Todo lo anterior para una inversión total del proyecto de \$ 543 482 137,07.

Con respecto a los puentes vehiculares sobre la ruta, el proyecto incluye el diseño y la construcción de 33 puentes vehiculares nuevos sobre cuerpos de agua (ríos) paralelos a los puentes existentes, los cuales posteriormente deben ser atendidos (rehabilitación, reforzamiento o sustitución) según la evaluación de la condición previamente realizada por el Contratista y cuya propuesta es presentada a la Administración y aprobada por la misma.

**4.1. Recomendaciones de atención de puentes existentes.**

En la Tabla 1 se muestra un resumen de la recomendación de atención de los 33 puentes existentes que ya han sido aprobados por la Administración. Esta información fue suministrada a través del oficio CSRN32-0115-2021 (ver Anexo A). En la Tabla 2 se muestra la distribución de los 33 pasos sobre cuerpos de agua (ríos) agrupados en los 5 tramos que se divide la longitud total del proyecto, así como la cantidad de puentes que hay por tramo.

A partir de la Tabla 1 se observa que se encuentran definidos los diseños finales de los trabajos a realizar en 17 de los 33 puentes existentes en la Ruta Nacional N°32. De los 17 diseños aprobados de puentes existentes, 9 corresponden a un plan de rehabilitación del puente existente y 8 a la demolición del puente existente y construcción de un puente nuevo. En el caso específico del Puente Río Toro (Km 135+075), se incluyó de manera oficial este puente dentro del listado de diseños aprobados por la Administración como una “Sustitución del puente existente”; sin embargo, no se cuenta con los planos finales de diseño brindados por la Administración. En el caso del Puente Río San Miguel (Km 123+459), si bien se cuenta con los planos de la sustitución del puente existente (suministrados mediante el oficio CSRN32-0115-2021), no se incluye este puente en el archivo del listado de puentes existentes con diseño final aprobado por la Administración.



**Tabla 1.** Listado de los 33 puentes existentes sobre ríos del proyecto, y estado del diseño final de intervención aprobado por la Administración.

No. Puento	Nombre del Puento	Estado	Diseño Final aprobado por la Administración
1	Río Corinto Km 50+976	Pendiente	-
2	Río Costa Rica Km 54+088	Pendiente	-
3	Río Blanco (Tramo I) Km 56+188	Pendiente	-
4	Río Danta Km 57+335	Aprobado	Rehabilitación puente existente
5	Río Toro Amarillo Km 59+125	Pendiente	-
6	Río Molinos Km 64+885	Pendiente	-
7	Río Jiménez Km 67+336	Aprobado	Rehabilitación puente existente
8	Río Roca Km 67+508	Aprobado	Rehabilitación del puente existente
9	Río Guácimo Km 73+755	Aprobado	Rehabilitación del puente existente
10	Río Guacimito Km 74+049	Aprobado	Rehabilitación Puente existente
11	Río Parismina Km 78+187	Aprobado	Rehabilitación Puente existente
12	Río Dos Novillos Km 83+035	Aprobado	Rehabilitación del puente existente
13	Río Destierro Km 84+269	Pendiente	-
14	Río Dos Vueltas Km 89+283	Aprobado	Rehabilitación del puente existente
15	P. Sup Ferrocarril Km 94+023	Pendiente	-
16	Río Reventazón Km 94+288	Pendiente	-
17	Río Siquirres Km 97+118	Pendiente	-
18	Río Pacuare Km 99+668	Pendiente	-
19	Río Pacuarito Km 101+586	Pendiente	-
20	Río Cimarrones Km 106+553	Pendiente	-
21	Río Hondo Km 107+815	Aprobado	Rehabilitación del puente existente
22	Río Madre de Dios Km 109+666	Pendiente	-
23	Río Barbilla Km 115+506	Pendiente	-



24	Quebrada Calderón Km 120+615	Aprobado	Reconstrucción del puente existente
25	Río Aguas Claras Km 121+469	Aprobado	Reconstrucción del puente existente
26	Río San Miguel Km 123+459	<b>Pendiente<sup>a</sup></b>	Reconstrucción del puente existente
27	Río Chirripó Km 125+309	Pendiente	-
28	Río Escondido Km 133+112	Aprobado	Reconstrucción del puente existente
29	Río Cuba Km 133+950	Aprobado	Sustitución del puente existente
30	Río Rojo Km 134+867	Aprobado	Reconstrucción del puente existente
31	Río Toro Km 135+075	<b>Aprobado<sup>b</sup></b>	Sustitución del puente existente
32	Río Madre Km 141+278	Pendiente	-
33	Río Blanco Km 145+145	Aprobado	Sustitución del puente existente

<sup>a</sup> Se tienen los planos de la Sustitución, pero no se tiene información de la aprobación por la Administración

<sup>b</sup> La administración indica como aprobado el diseño final de Sustitución, pero no se cuentan con los planos.

**Tabla 2.** Distribución de puentes sobre ríos en los 5 tramos del proyecto

Tramos	Distribución de los puentes	No. Puentes
Tramo I. Cruce de RN N° 4 (49+200) - Pococí (67+800)	Corinto, Costa Rica, Blanco, Danta, Toro Amarillo, Molinos, Jiménez, Roca	8
Tramo II. Pococí (67+800) - Guácimo (84+340)	Guácimo, Guacimito, Parismina, Dos Novillos, Destierro	5
Tramo III. Guácimo (84+340) - Siquirres (110+400)	Dos Vueltas, Paso Superior Ferrocarril, Reventazón, Siquirres, Pacuare, Pacuarito, Cimarrones, Hondo, Madre de Dios	9
Tramo IV. Siquirres (110+400) - Matina (135+200)	Barbilla, Calderón, Aguas Claras, San Miguel, Chirripó, Escondido, Cuba, Rojo, Toro	9
Tramo V. Matina (135+200) - Limón (156+653)	Madre, Blanco	2
<b>Total puentes</b>		<b>33</b>



Es importante resaltar los conceptos utilizados en las recomendaciones de atención por parte del Contratista para los puentes existentes en la ruta, los cuales son:

Reforzamiento: Se recomienda reforzar algunos elementos para mejorar la capacidad ante las demandas actuales de carga.

Rehabilitación: Se recomienda sustituir o reponer algunos elementos porque hacen falta, porque son requeridos para mejorar la capacidad ante las demandas actuales de carga, o debido a un mal estado de conservación.

Sustitución: Se recomienda sustituir todo el puente.

Aclarar que el término de “rehabilitación” incluido como parte de las recomendaciones de atención del diseño final del puente existente por parte del Contratista, considera también trabajos de “reforzamiento” de algunos elementos estructurales del puente. Además de lo incluido en estas definiciones el Contratista recomienda sustituir las juntas de expansión, dar mantenimiento a la seguridad vial y a la superficie de rodamiento (cuando existan los elementos) en todas las estructuras existentes (CHEC y C&M, 2017).

A partir de la información que se muestra en la Tabla 2 y la Tabla 1 se puede observar que el Contratista recomienda la sustitución de 8 puentes existentes del proyecto, los cuales son:

- No. 24. Puente sobre Q. Calderón Km
- No. 25. Puente sobre R. Aguas Claras
- No. 26. Puente sobre R. San Miguel
- No. 28. Puente sobre R. Escondido
- No. 29. Puente sobre R. Cuba
- No. 30. Puente sobre R. Rojo
- No. 31. Puente sobre R. Toro
- No. 33. Puente sobre R. Blanco (Tramo V)



Asimismo, de la información suministrada en las tablas se puede determinar que 7 de los 8 puentes se encuentran en el Tramo IV que va de Siquirres a Matina; y 1 puente en el último tramo del proyecto Tramo V que va de Matina a Limón.

## 5. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE RECOMENDACIONES DE ATENCIÓN DE PUENTES EXISTENTES.

Se realiza una estimación de costos de las actividades de atención de puentes (sustitución, demolición y rehabilitación) que propone el Contratista para los puentes existentes de la Ruta Nacional N° 32, y determinar un costo estimado total en la recomendación de sustitución de 8 puentes existentes, incluyendo dentro de este costo, el monto original del contrato (adjudicado a la empresa CHEC) por concepto de “rehabilitación” de los 33 puentes del proyecto.

A continuación, se describe de forma general el procedimiento utilizado para obtener los costos estimados de sustitución, demolición y rehabilitación en cada uno de los 8 puentes donde se propone realizar la demolición y sustitución del puente existente.

### 5.1. Estimación de los costos de sustitución de los puentes existentes.

Para la estimación de los costos de sustitución se utilizó el costo unitario (\$/m<sup>2</sup>) promedio de construcción ofertado para los puentes nuevos del proyecto. Este costo fue obtenido de la información financiera, planos de los puentes nuevos y planos de la sustitución de puentes existentes del proyecto, que aportó la Administración mediante el oficio *CSRN32-0115-2021* (ver Anexo A).

Como se mencionó anteriormente los puentes existentes que se propone a ser sustituidos se encuentran principalmente en el Tramo IV: Siquirres-Matina y Tramo V: Matina-Limón del proyecto. Por lo que, para obtener un costo unitario de referencia de sustitución representativo, se obtuvo el costo por metro cuadrado promedio de puentes nuevos de los tramos IV y V del proyecto, únicamente.

El costo unitario de construcción de puentes nuevos, se obtiene al dividir el costo total del puente nuevo entre el área en planta del tablero del puente, obtenido de los planos constructivos de cada puente nuevo y que han sido aportados por la Administración.



En la Tabla 3 y en la Tabla 4, se muestra el proceso de cálculo de los costos unitarios para cada puente nuevo de los tramos IV y V. A partir de aquí se obtuvieron los costos unitarios promedio de sustitución para los puentes existentes según el tramo del proyecto donde se encuentren. Así para el Tramo IV, se obtiene un costo unitario promedio de 2345 \$/m<sup>2</sup> para la sustitución de puentes y para el Tramo V, un costo unitario promedio de sustitución de 2739 \$/m<sup>2</sup>.

**Tabla 3.** Costos unitarios por metro cuadrado de puente nuevo para el Tramo IV: Siquirres - Matina.

Tramo	No. Puente	Nombre Puente	Costo Puente Nuevo	No. Tramos	Longitud (m)	Ancho (m)	\$/m <sup>2</sup>
IV	23	Río Barbilla Km 115+506	\$ 3 060 204,69	3	105	10,6	2750
	24	Quebrada Calderón Km 120+615	\$ 582 896,13	1	25	10,6	2200
	25	Río Aguas Claras Km 121+469	\$ 757 764,97	1	25	10,6	2859
	26	Río San Miguel Km 123+459	\$ 582 896,13	1	25	10,6	2200
	27	Río Chirripó Km 125+309	\$ 12 240 818,77	13	435	10,6	2655
	28	Río Escondido Km 133+112	\$ 582 896,13	1	25	10,6	2200
	29	Río Cuba Km 133+950	\$ 1 981 846,85	3	76	10,6	2475
	30	Río Rojo Km 134+867	\$ 582 896,13	1	25	10,6	2200
	31	Río Toro Km 135+075	\$ 582 896,13	1	35	10,6	1571
<b>Costo unitario promedio (\$/m<sup>2</sup>)</b>							<b>2345</b>

**Tabla 4.** Costos unitarios por metro cuadrado de puente nuevo para el Tramo V: Matina - Limón.

Tramo	No. Puente	Nombre Puente	Costo Puente Nuevo	No. Tramos	Longitud (m)	Ancho (m)	\$/m <sup>2</sup>
V	32	Río Madre Km 141+278	\$ 1 049 213,04	1	40	10,6	2475
	33	Río Blanco Km 145+145	\$ 1 981 846,84	3	60	11,0	3003
<b>Costo unitario promedio (\$/m<sup>2</sup>)</b>							<b>2739</b>

A partir de los costos unitarios promedio obtenidos para ambos tramos, se puede obtener el costo de sustitución de los puentes existentes para los 8 pasos previamente definidos para "Sustitución del puente existente" por el Contratista. Se aplica el costo unitario



promedio según el tramo donde se encuentre el puente existente a sustituir (Tramo IV o V) y el área en planta del tablero obtenida de planos constructivos del puente que va a sustituir al existente, para estimar el costo de sustitución por puente existente y el costo total de la sustitución de las 8 estructuras.

En la Tabla 5, se presentan los resultados obtenidos de la estimación del costo de sustitución de los 8 puentes existentes que deben construirse nuevos según la propuesta del Contratista y que representa un monto total de \$ 7 664 049,20. El cálculo de la estimación del costo se obtiene utilizando la Ecuación 1. El costo estimado de sustitución se obtiene al multiplicar costo unitario promedio del tramo por el área en planta del puente obtenida de los planos constructivos de cada puente nuevo que sustituye el existente.

$$\text{Costo sustitución puente} = \text{Costo unitario promedio del tramo (IV ó V)} \times \text{Área puente} \quad [1]$$

Destacar que, en el caso del puente a sustituir sobre el Río Toro se utilizaron las dimensiones del puente nuevo a construir paralelo al existente <sup>c</sup>, para el cálculo de los metros cuadrados de puente, ya que no se cuenta con los planos del diseño final de la sustitución del puente existente aprobados por la Administración <sup>b</sup>.

**Tabla 5.** Estimación del costo de sustitución del puente existente para los 8 puentes a sustituir del proyecto

Tramo	No. Puente	Nombre del puente	Sustitución del puente existente				
			No. Tramos	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Costo estimado
IV	24	Quebrada Calderón Km 120+615	1	25	10,6	265	\$ 621 425,00
	25	Río Aguas Claras Km 121+469	1	25	10,6	265	\$ 621 425,00
	26	Río San Miguel Km 123+459	1	25	10,6	265	\$ 621 425,00
	28	Río Escondido Km 133+112	1	25	10,6	265	\$ 621 425,00
	29	Río Cuba Km 133+950	3	76	10,6	801	\$ 1 879 189,20
	30	Río Rojo Km 134+867	1	25	10,6	265	\$ 621 425,00
	31	Río Toro Km 135+075	1	35	10,6	371 <sup>c</sup>	\$ 869 995,00
V	33	Río Blanco Km 145+145	3,0	60,0	11,0	660	\$ 1 807 740,00
<b>Costo Total</b>							<b>\$ 7 664 049,20</b>

<sup>c</sup> Dato obtenido de los planos de diseño del puente nuevo a construir paralelo al existente actual.



## 5.2. Estimación de costos de demolición de los puentes existentes a sustituir

Esta actividad comprende la remoción del puente existente y disposición del material producto de la actividad. Este rubro no está incluido en las estimaciones de costos de sustitución de la sección anterior ya que se utilizaron costos unitarios de la construcción de puentes nuevos del Contratista como referencia.

Para estimar el costo de esta actividad, se utilizaron bases de datos de costos desarrolladas por el LanammeUCR a partir de otros proyectos de puentes adjudicados mediante procesos de licitación promovidos por la Administración (MOPT-CONAVI) entre los años 2008 al 2018. Partiendo de estas bases de datos de costos se obtuvo un costo de demolición de puentes existentes igual a un 5 % del costo total del proyecto de un puente nuevo.

En la Tabla 7 se resumen los resultados obtenidos de la estimación del costo de demolición para los 8 puentes existentes a sustituir según las recomendaciones presentadas por el Contratista y calculado utilizando la Ecuación 2. El monto total estimado por concepto de demolición de las 8 estructuras existentes es de \$ 383 202,46. Además en la Tabla 7, se incluye el costo total que se estima para realizar la sustitución (construcción del puente nuevo) y demolición de los 8 puentes existentes, para un monto total de \$ 8 047 251,66.

$$\text{Costo demolición puente} = 5 \% \times \text{Costo de sustitución del puente} \quad [2]$$

**Tabla 6.** Estimación del costo de demolición de los 8 puentes existente a ser sustituidos y el costo total de la recomendación de sustitución.

Tramo	No. Puente	Nombre del puente	Costo estimado de sustitución (1)	Costo estimado demolición puente existente (2)	Costo Total (1) + (2)
IV	24	Quebrada Calderón Km 120+615	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 652 496,25
	25	Río Aguas Claras Km 121+469	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 652 496,25
	26	Río San Miguel Km 123+459	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 652 496,25
	28	Río Escondido Km 133+112	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 652 496,25
	29	Río Cuba Km 133+950	\$ 1 879 189,20	\$ 93 959,46	\$ 1 973 148,66
	30	Río Rojo Km 134+867	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 652 496,25
	31	Río Toro Km 135+075	\$ 869 995,00	\$ 43 499,75	\$ 913 494,75



V	33	Río Blanco Km 145+145	\$ 1 807 740,00	\$ 90 387,00	\$ 1 898 127,00
<b>Costo Total</b>			<b>\$ 7 664 049,20</b>	<b>\$ 383 202,46</b>	<b>\$ 8 047 251,66</b>

### 5.3. Estimación de los costos de rehabilitación de los puentes existentes a sustituir.

Para esta estimación se utilizó el monto de contrato por el rubro de Rehabilitación de Puentes presentado por el Contratista y que se observa en la información financiera brindada por la Administración mediante el oficio *CSRN32-0115-2021* (ver Anexo A). Este rubro tiene un monto por un total de \$ 36 000 006,00 para los 33 puentes sobre ríos de la ruta. En la Tabla 7 se muestra el desglose del monto total por tramo de la ruta.

**Tabla 7.** Montos ofertados para la rehabilitación de puentes existentes por tramo de la ruta.

Tramos	No. Puentes	Costos de rehabilitación de puentes existentes
Tramo I. Cruce de RN N° 4 (49+200) - Pococí (67+800)	8	\$ 9 818 181,82
Tramo II. Pococí (67+800) - Guácimo (84+340)	5	\$ 5 454 545,45
Tramo III. Guácimo (84+340) - Siquirres (110+400)	9	\$ 8 727 272,73
Tramo IV. Siquirres (110+400) - Matina (135+200)	9	\$ 8 727 278,73
Tramo V. Matina (135+200) - Limón (156+653)	2	\$ 3 272 727,27
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>\$ 36 000 006,00</b>

Debido a que no se tiene un costo de rehabilitación por cada puente de la ruta, de manera conservadora se estableció una proporción del monto de rehabilitación por tramo y el área en planta de los puentes que se incluyen dentro de cada tramo para estimar el costo de rehabilitación asignado a cada puente. En este caso interesa solamente los tramos IV y V ya que es donde se encuentra la totalidad de los puentes existentes que deben ser sustituidos según las recomendaciones del Contratista.

A partir de los planos de diseño de los puentes existentes, se calcularon las áreas en planta del tablero que en la propuesta del Contratista deben ser sustituidos, esto con el fin de



determinar la proporción que representa cada puente dentro del área total de los puentes existentes por tramo. Después, con esta proporción, se puede estimar el monto de rehabilitación correspondiente a cada puente utilizando los montos totales de rehabilitación por tramos presentados en la Tabla 7.

En la Tabla 8 y en la Tabla 9, se muestran los datos obtenidos de la proporción por área de cada uno de los puentes en los tramos IV y V, con respecto al área total en planta de los puentes del tramo. También se muestra el monto estimado de rehabilitación para cada puente según el monto total de oferta destinado para rehabilitación en el tramo indicado del proyecto (Tabla 7) y calculado con la Ecuación 3.

$$\text{Monto rehabilitación puente} = \text{Proporción área total} \times \text{Monto total de rehabilitación tramo} \quad [3]$$

**Tabla 8.** Calculo del costo estimado de rehabilitación de los puentes existentes del tramo IV del proyecto.

Tramo	No. Puente	Nombre del Puente	Rehabilitación Puente existente			
			No. Tramos	Área (m <sup>2</sup> )	Proporción área total	Costo estimado
IV	23	Río Barbilla Km 115+506	3	1056	0,137	\$ 1 197 477,51
	24	Quebrada Calderón Km 120+615	1	274	0,036	\$ 310 804,18
	25	Río Aguas Claras Km 121+469	1	265	0,034	\$ 300 281,44
	26	Río San Miguel Km 123+459	1	261	0,034	\$ 296 215,73
	27	Río Chirripó Km 125+309	7	4352	0,566	\$ 4 937 382,65
	28	Río Escondido Km 133+112	1	234	0,030	\$ 265 750,16
	29	Río Cuba Km 133+950	3	712	0,093	\$ 808 149,85
	30	Río Rojo Km 134+867	1	261	0,034	\$ 296 215,73
	31	Río Toro Km 135+075	1	278	0,036	\$ 315 001,47
<b>Total</b>			<b>7693</b>	<b>1,0</b>	<b>\$ 8 727 278,73</b>	



**Tabla 9.** Calculo del costo estimado de rehabilitación de los puentes existentes del tramo V del proyecto.

Tramo	No. Puentes	Nombre del puente	Rehabilitación Puente existente			
			No. Tramos	Área (m <sup>2</sup> )	Proporción área total	Costo estimado
V	32	Rio Madre Km 141+278	2	371	0,377	\$ 1 235 056,70
	33	Río Blanco Km 145+145	3	613	0,623	\$ 2 037 670,57
<b>Total</b>			<b>984</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>\$ 3 272 727,27</b>

## 6. ESTIMACIÓN DEL COSTO TOTAL DE LA RECOMENDACION DE SUSTITUCIÓN DE LOS 8 PUENTES EXISTENTES

Con base en los costos estimados de las actividades de sustitución, demolición y rehabilitación calculado en la sección anterior para los 8 puentes existentes del proyecto que el Contratista recomienda su demolición y construcción de un puente nuevo, se puede estimar el costo total de realizar la demolición y sustitución del puente existente, contemplando el monto destinado para la “rehabilitación de puentes existentes” establecido en contrato.

$$COSTO\ TOTAL\ DE\ SUSTITUCIÓN = Costo\ de\ sustitución + Costo\ demolición\ puente\ existente - Costo\ de\ rehabilitación\ puente\ existente \quad [4]$$

Utilizando la Ecuación 4 se obtiene una estimación del monto total para la sustitución de 8 puentes existentes que sugiere el Contratista, incluyendo el monto de rehabilitación previamente destinado en Contrato para esos puentes existentes. La Tabla 10 muestra el resumen de los costos estimados para los 8 puentes del análisis y el costo final para la recomendación de sustitución de cada uno de los puentes existentes que representa un costo final total de \$ 3 417 162,52.



**Tabla 10.** Estimación de la diferencia de costos de las recomendaciones de atención de 8 puentes existentes.

Tramo	No. Puento	Nombre del puente	Costo estimado de sustitución (1)	Costo estimado demolición puente existente (2)	Costo estimado de rehabilitación (3)	COSTO TOTAL SUSTITUCIÓN (1) + (2) – (3)
IV	24	Quebrada Calderón Km 120+615	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 310 804,18	\$ 341 692,07
	25	Río Aguas Claras Km 121+469	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 300 281,44	\$ 352 214,81
	26	Río San Miguel Km 123+459	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 296 215,73	\$ 356 280,52
	28	Río Escondido Km 133+112	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 265 750,16	\$ 386 746,09
	29	Río Cuba Km 133+950	\$ 1 879 189,20	\$ 93 959,46	\$ 808 149,85	\$ 1 164 998,81
	30	Río Rojo Km 134+867	\$ 621 425,00	\$ 31 071,25	\$ 296 215,73	\$ 356 280,52
	31	Río Toro Km 135+075	\$ 869 995,00	\$ 43 499,75	\$ 315 001,47	\$ 598 493,28
V	33	Río Blanco Km 145+145	\$ 1 807 740,00	\$ 90 387,00	\$ 2 037 670,57	\$ -139 543,57
<b>Total</b>			<b>\$ 7 664 049,20</b>	<b>\$383 202,46</b>	<b>\$ 4 630 089,14</b>	<b>\$ 3 417 162,52</b>

## 7. CONCLUSIONES

A partir de la estimación de los costos realizada para la recomendación de sustitución por parte del Contratista en 8 puentes existentes del proyecto se obtiene que:

- El costo estimado de demoler 8 puentes existentes para ser sustituidos por puentes nuevos representa un total de \$ 383 202,46.
- El costo estimado de construir puentes nuevos para sustituir los 8 puentes existentes que van a ser demolidos, representa un total de \$ 7 664 049,20.
- El monto estimado que fue destinado para la “rehabilitación” de 8 puentes existentes del proyecto, según el rubro del contrato original entre la Administración y el contratista, representa un total \$ 4 630 089,14.



- El costo total final estimado para la sustitución de 8 puentes existentes por puentes nuevos, (contemplando el monto por “rehabilitación de puentes existentes” destinado en contrato) representa un total de \$ 3 417 162,52.



## 8. REFERENCIAS

Consortio Supervisor RN32 Cacisa-C&M. (2021). *Avance Físico y Económico del Proyecto del periodo*. UER32-004-2017 CONAVI Contratación de una firma que brinde los servicios de consultoría al CONAVI para la Gestión del Proyecto Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón. Documento proporcionado por la Unidad Ejecutora del Proyecto a través del oficio CSRN32-0115-2021.

Consortio Supervisor RN32 Cacisa-C&M. (2020). *Estimaciones descriptivas de obra del periodo de agosto del 2020 a noviembre del 2020*. UER32-004-2017 CONAVI Contratación de una firma que brinde los servicios de consultoría al CONAVI para la Gestión del Proyecto Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón. Documento proporcionado por la Unidad Ejecutora del Proyecto a través del oficio CSRN32-0115-2021.

Consortio Supervisor RN32 Cacisa-C&M. (2021). *Cuadro resumen de puentes*. UER32-004-2017 CONAVI Contratación de una firma que brinde los servicios de consultoría al CONAVI para la Gestión del Proyecto Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo, Sección: Intersección Ruta Nacional No. 4 (Cruce de Sarapiquí)-Limón. Documento proporcionado por la Unidad Ejecutora del Proyecto a través del oficio CSRN32-0115-2021

MOPT (2019). Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP). [http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP CONAVI Web/login.faces](http://saep.conavi.go.cr:9080/SAEP_CONAVI_Web/login.faces). Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.

Vargas-Alas, L. G., Villalobos-Vega, E., Castillo-Barahona, R. (2018). *Revisión de las recomendaciones de atención incluidas en los informes de evaluación de los puentes de la Ruta Nacional No. 32 (Tramo Cruce de Río Frío-Limón) – Reporte No. 02 LM-PIE-UP-PF06-2018\_R02*. Unidad de Puentes. Programa de Ingeniería Estructural, LanammeUCR: San José, Costa Rica.



**UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA**



**LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES**

**ANEXO A.  
OFICIO CSRN32-0115-2021 ENVIADO POR LA SUPERVISIÓN A LA UNIDAD  
EJECUTORA DEL PROYECTO.**

Informe LM-PIE-30-2020	Fecha de emisión: febrero de 2021	Página 23 de 25
------------------------	-----------------------------------	-----------------



OFICIO CSRN32-0115-2021  
SIQUIRRES, 21 DE ENERO DE 2021

Ingeniero  
**Ing. Kenneth Solano MAP**  
Gerente Unidad Ejecutora Ruta Nacional No 32  
CONAVI

**Referencia:** Oficio LM-IC-D-00163-2021, LANAMME.  
**Asunto:** Respuesta a observaciones emitidas por LANAMME

Estimado Ingeniero:

En virtud de su solicitud enviada vía correo con fecha 19 de enero de 2021, en el cual se solicita atender las observaciones emitidas por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la UCR, me permito responder a continuación:

**Sobre el Bastión del Río Costa Rica (Figura 1)**

**Respuesta del CSRN32:** El procedimiento recomendado de utilizar un tubo de PVC como camisa para el "tie" o sujetador de la formaleta, es efectivamente una buena práctica constructiva y generalmente solicitada por el Gestor y utilizada por el Contratista. Una vez retirada la varilla, se procede con el relleno del tubo con mortero sin contracción. En algunos casos puntuales, donde la varilla sufre alguna deformación durante el proceso constructivo, no es posible extraerla, por lo que se procede a picar el concreto al menos una profundidad igual al recubrimiento para cortar la varilla y rellenar con mortero de reparación. El Gestor procederá a revisar el bastión indicado y solicitar las medidas correctivas que correspondan.

**Sobre los apoyos del puente sobre el Río Roca (Figura 2)**

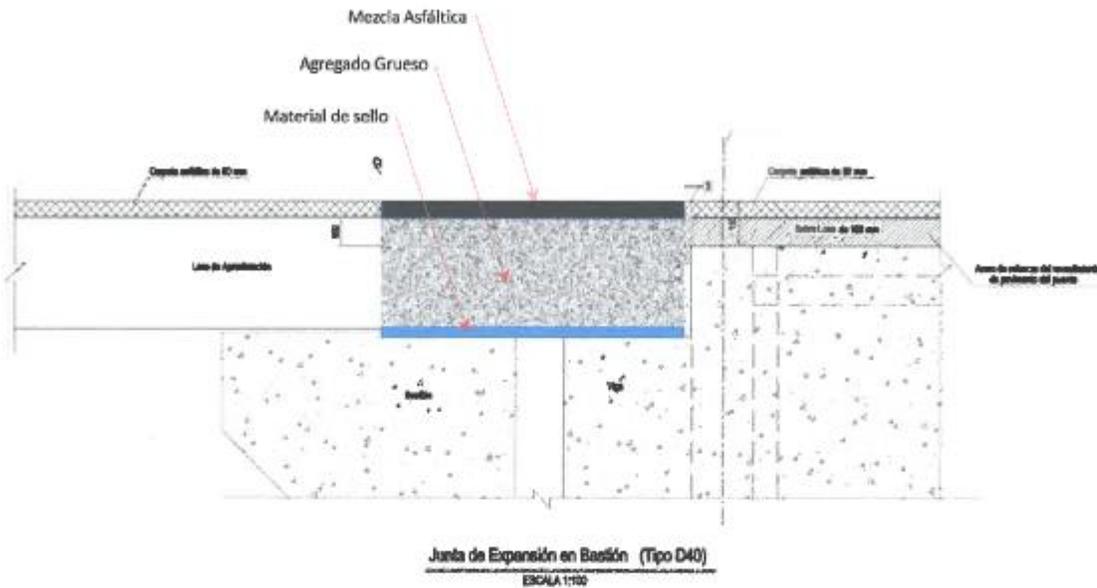
**Respuesta del CSRN32:** El criterio de que los apoyos de los puentes deben mantenerse libres de humedad es correcto y forma parte de una serie de condiciones de operación. En este caso, el proceso constructivo del puente no ha concluido ya que aún está pendiente la instalación de las juntas de expansión, la construcción de los sistemas de canalización de aguas pluviales y algunos otros elementos. El Gestor velará porque una vez completado el proceso constructivo, se cumpla con todas las condiciones para la correcta operación del puente, entre ellas, que no exista ingreso de humedad a los apoyos.

**Mezcla asfáltica provisional en zona de junta de expansión del puente Río Molinos (Figura 3)**

**Respuesta del CSRN32:** El esquema utilizado provisionalmente para permitir el paso sobre la zona de la junta de expansión se muestra en la siguiente figura:

CONSORCIO SUPERVISOR RN32

UER32-004-2017 CONAVI. Contratación de una firma que brinde los servicios de consultoría al CONAVI para la Gestión del Proyecto: Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo,



De manera que cuando se vaya a colocar la junta de expansión definitiva, se retirará la capa de mezcla asfáltica, el agregado grueso y el material de sello.

Asimismo, me permito indicar que se envía la actualización a la información solicitada por el LANAMME:

- Informes de Autocontrol de la calidad posteriores a agosto de 2020.
- Informes de Verificación de la calidad posteriores a agosto de 2020.
- Estimaciones de pago desde la N°24-A.
- Órdenes de servicio posteriores a la N°8.
- Órdenes de modificación posteriores a la N°7.
- No conformidades posteriores a setiembre 2020.
- Avance físico y financiero proyectado y real a la fecha.
- Planos de rehabilitación de puentes posteriores a agosto 2020
- Planos de puentes nuevos a construir posteriores a junio 2020

Sin otro particular, se despide atentamente,

**Ing. Ángel Meléndez Villalta**  
Gerente de Proyecto  
CONSORCIO SUPERVISOR RN-32

Cc:  
Ing. Ronny Sánchez, Director de Carreteras, UE RN-32  
Ing. Carmen Madrigal, Proveeduría Institucional CONAVI  
Archivo

CONSORCIO SUPERVISOR RN32  
UER32-004-2017 CONAVI. Contratación de una firma que brinde los servicios de consultoría al CONAVI para la Gestión del Proyecto: Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional No. 32, Carretera Braulio Carrillo,