



## Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-01-2020

### INFORME DE INSPECCIÓN

# INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO DE DISEÑO, REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RUTA NACIONAL N° 32



San José, Costa Rica  
20 de enero, 2020

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 20 de enero, 2020	Página 1 de 33
------------------------	-------------------------------------	----------------



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 20 de enero, 2020	Página 2 de 33
------------------------	-------------------------------------	----------------

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-01-2020		
<b>2. Título:</b> INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO DE DISEÑO, REHABILITACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA RUTA NACIONAL Nº 32		<b>3. Fecha del Informe</b> 20 de enero, 2020
<b>4. 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>5. Resumen</b> Este informe de inspección de cinco puentes y un plantel de prefabricado del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional Nº 32 es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica. El informe presenta un resumen de las observaciones realizadas durante la inspección estructural del 11 de diciembre de 2019, y posteriormente se ofrecen las conclusiones y recomendaciones correspondientes.		
<b>6. Palabras clave</b> Puentes, Ruta Nacional 32, Río Toro Amarillo, Río Molinos, Río Parismina, Quebrada Calderón, Río Chirripó.		
<b>7. Inspección e informe por:</b>  Ing. Daniel Johanning Cordero Programa de Ingeniería Estructural   <b>Fecha:</b> 20 de enero, 2020	<b>8. Inspección y revisión del informe por:</b>  Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Programa de Ingeniería Estructural   <b>Fecha:</b> 20 de enero, 2020	



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 20 de enero de 2020	Página 4 de 33
------------------------	---------------------------------------	----------------

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

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. OBJETIVOS.....	8
3. ALCANCE.....	8
4. PUENTE SOBRE EL RÍO TORO AMARILLO – ESTACIONAMIENTO 59+124.7 .....	9
5. PUENTE SOBRE EL RÍO MOLINOS – ESTACIONAMIENTO 64+884.6.....	13
6. PUENTE SOBRE EL RÍO PARISMINA – ESTACIONAMIENTO 78+187.8 .....	18
7. PUENTE SOBRE LA QUEBRADA CALDERÓN – ESTACIONAMIENTO 120+615.5..	22
8. PUENTE SOBRE EL RÍO CHIRRIPO – ESTACIONAMIENTO 125+317.1.....	26
9. PLANTEL DE PREFABRICADO DE GUÁPILES .....	30
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	33



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 20 de enero de 2020	Página 6 de 33
------------------------	---------------------------------------	----------------

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

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de inspección de cinco de los puentes del Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica. El informe presenta un resumen de las observaciones realizadas durante la inspección estructural del 11 de diciembre de 2019, y se ofrecen las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

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 (hacia Sarapiquí) y la ciudad de Limón. El proyecto incluye la construcción de 33 puentes nuevos paralelos a los puentes existentes, los cuales posteriormente serán rehabilitados también como parte del proyecto.

Durante la visita realizada se inspeccionaron cinco puentes en construcción, así como el plantel de prefabricado ubicado en Guápiles. Este es uno de los planteles en los que se fabrican las vigas que son utilizadas para la construcción de los diferentes puentes del proyecto. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica de los lugares visitados.

La inspección de los puentes y del plantel se realizó con la presencia del Ing. Mauricio Picado y el Ing. Luis Daniel Espinoza, integrantes de la Unidad de Auditoría Técnica.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los puentes y el plantel visitados durante la inspección del Proyecto de Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32



## 2. OBJETIVOS

- a) Brindar una descripción general de los cinco puentes inspeccionados, así como del plantel de prefabricado ubicado en Guápiles.
- b) Observar los trabajos de construcción de las estructuras de puentes y brindar comentarios al respecto.
- c) Observar los trabajos de fabricación de las vigas cajón preesforzadas y brindar comentarios al respecto.
- d) Proveer conclusiones y recomendaciones.

## 3. ALCANCE

Este informe se limita a presentar un resumen de observaciones realizadas en el sitio el día de la inspección de la construcción de varios puentes del Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32. Se inspeccionaron únicamente cinco de los puentes del proyecto, específicamente: Río Toro Amarillo, Río Molinos, Río Parismina, Quebrada Calderón y Río Chirripó. También se inspeccionó el plantel de prefabricado ubicado en Guápiles.

Durante la inspección se realizó un reconocimiento de los elementos estructurales y no estructurales de los puentes en construcción que fueron visitados.

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 20 de enero de 2020	Página 8 de 33
------------------------	---------------------------------------	----------------





#### 4. PUENTE SOBRE EL RÍO TORO AMARILLO – ESTACIONAMIENTO 59+124.7

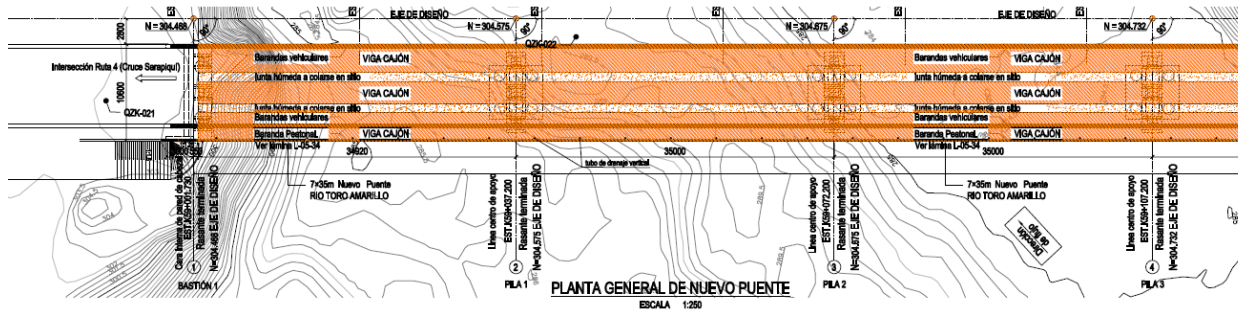
##### 4.1. Descripción

El puente sobre el Río Toro Amarillo se ubica en el distrito de Guápiles, cantón de Pococí, provincia de Limón. La Figura 1 muestra la ubicación de la estructura en un mapa de la zona.

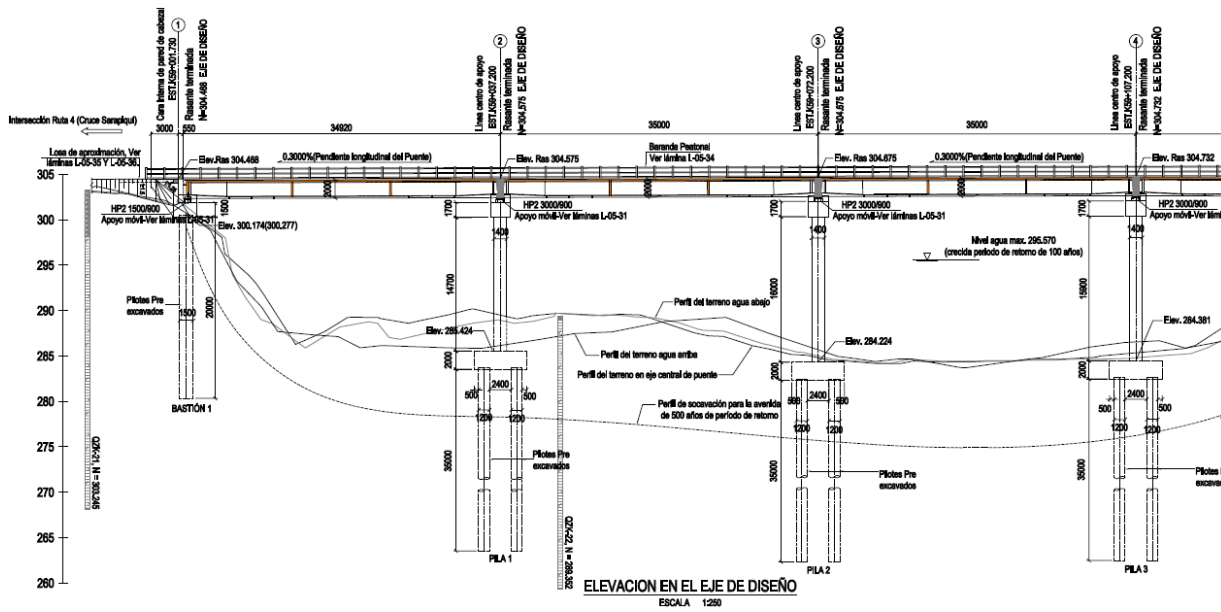
La Tabla 1 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 2 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 1.** Características generales del puente sobre el Río Toro Amarillo.

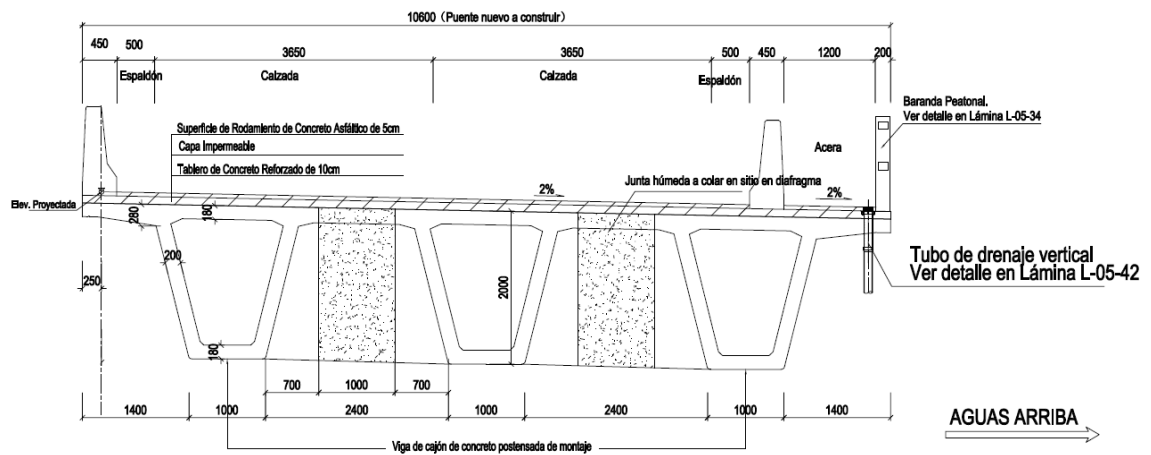
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	245.00
	Ancho total (m)	10.60
	Ancho de calzada (m)	8.30
	Número de tramos	7
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Ala superior de la viga cajón más una sobrecapa de concreto reforzado de 100 mm de espesor
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	3 vigas cajón de concreto preesforzado de una celda
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 6
	Tipo de bastiones	Bastiones 1-2: Viga cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	Pilas 1-3: muro de concreto reforzado Pilas 4-6: Viga cabezal sobre dos columnas circulares sólidas de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1-2: dos pilotes circulares de concreto reforzado Pilas 1-3: Placa aislada sobre cuatro pilotes circulares de concreto reforzado Pilas 4-6: dos pilotes circulares de concreto reforzado unidos con viga de amarre a nivel de la superficie
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Apoyo tipo péndulo de fricción
	Tipo de apoyo en pilas	Apoyo tipo péndulo de fricción
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD 2012
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación



(c) Sección transversal

Figura 2. Planos constructivos del puente sobre el Río Toro Amarillo

#### 4.2. Avance observado en la construcción del puente

Las Figuras 3a y 3b muestran el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Como se puede observar, se estaba trabajando en la construcción de la subestructura.

En lo que respecta a los bastiones, el Bastión 1 (lado de San José) ya estaba construido, mientras que la construcción del Bastión 2 (lado de Limón) aún no había iniciado. Asimismo, aún no se había colocado ninguno de los rellenos de aproximación.

En lo que respecta a las pilas, únicamente la Pila 6 estaba finalizada. La Pila 1, Pila 4 y Pila 5 estaban en construcción. Aún no había iniciado la construcción de la Pila 2 y la Pila 3, aunque sí estaban colocados los pilotes.

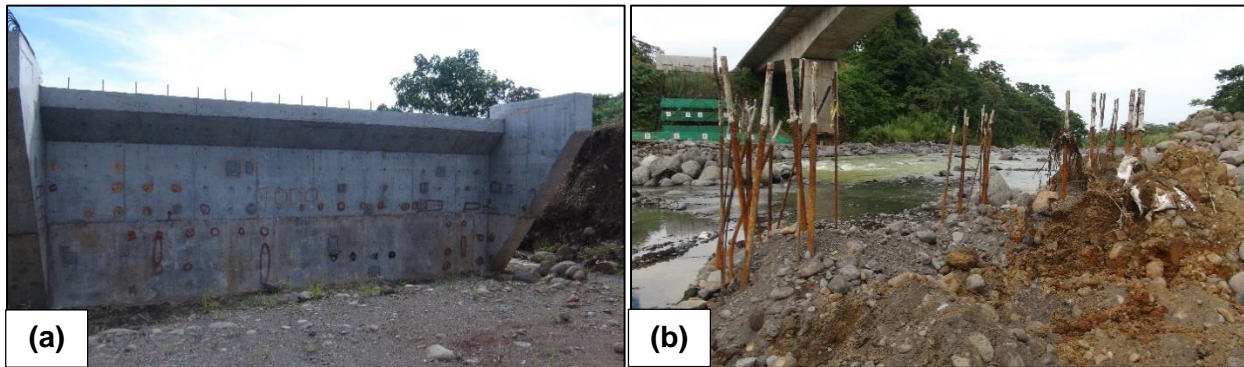


**Figura 3.** Avance en la construcción del puente sobre el Río Toro Amarillo. **(a)** Pilas 1 y 4 en construcción, al fondo el Bastión 1 construido. **(b)** Pila 5 en construcción, al fondo la Pila 6 construida.

### 4.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios:

- No se observó ningún sistema de drenaje construido detrás del Bastión 1 (lado de San José). En los planos de diseño que fueron facilitados no se especifica ni se da información sobre el sistema de drenaje a construir detrás de los bastiones. (Ver Figura 4a).
- El acero de refuerzo y los tubos para ensayos sónicos que sobresalen en la parte superior de los pilotes que soportarán la Pila 3 están expuestos a la intemperie. (Ver Figura 4b).



**Figura 4.** Observaciones realizadas en el puente sobre el Río Toro Amarillo. **(a)** Pared de cabezal del Bastión 1, no se observó sistema de drenaje detrás del bastión. **(b)** Acero superior de los pilotes expuesto a la intemperie.

### 4.4. Recomendaciones

Con base en las observaciones mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Consultar si los bastiones cuentan con un sistema de impermeabilización y drenaje. En caso de tenerlo, solicitar información al respecto ya que esto no se especifica en los planos del proyecto. En caso de no tenerlo, se recomienda solicitar una justificación de por qué no se utiliza.
- Consultar si se está realizando algún tipo de limpieza del acero de refuerzo que sobresale de los pilotes antes de construir las placas de cimentación.



## 5. PUENTE SOBRE EL RÍO MOLINOS – ESTACIONAMIENTO 64+884.6

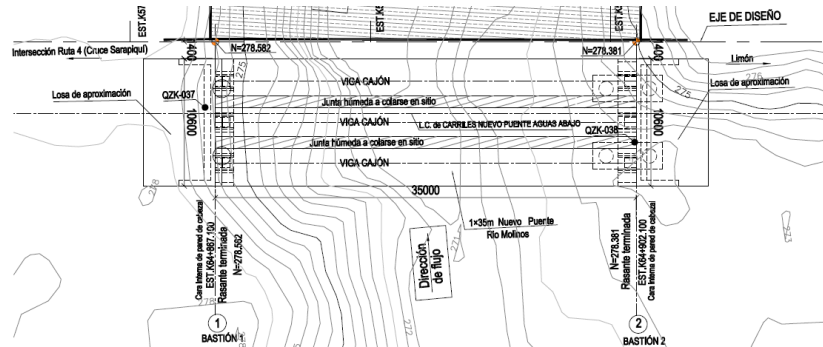
### 5.1. Descripción

El puente sobre el Río Molinos se ubica en el distrito de Jiménez, cantón de Pococí, provincia de Limón. La Figura 1 muestra la ubicación de la estructura en un mapa de la zona.

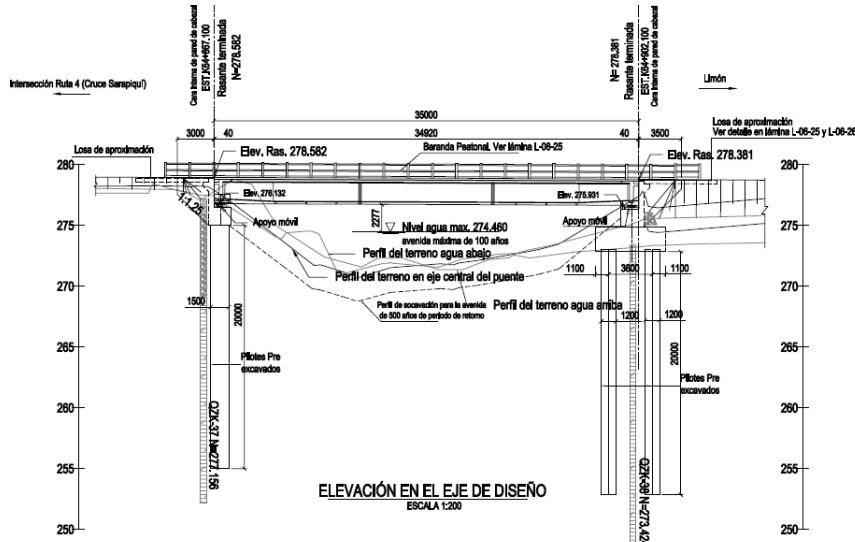
La Tabla 2 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 5 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 2.** Características generales del puente sobre el Río Molinos.

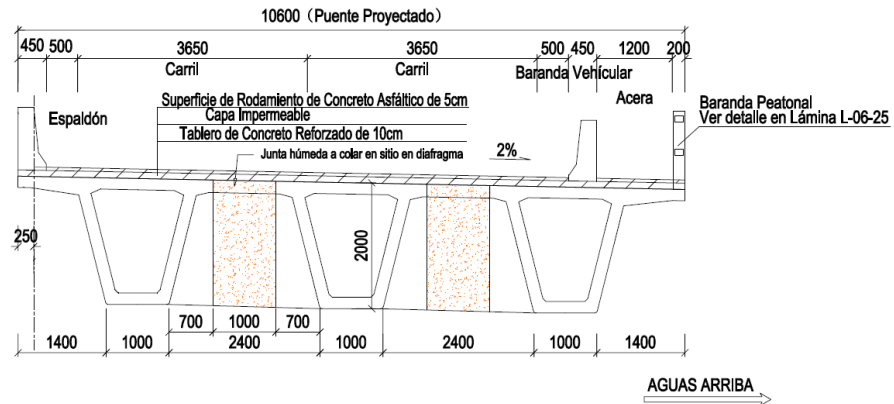
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	35.00
	Ancho total (m)	10.60
	Ancho de calzada (m)	8.30
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Ala superior de la viga cajón más una sobrecapa de concreto reforzado de 100 mm de espesor
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	3 vigas cajón de concreto preesforzado de una celda
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 No hay pilas
	Tipo de bastiones	Bastiones 1-2: Viga cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	No hay pilas
	Tipo de cimentación	Bastión 1: dos pilotes circulares de concreto reforzado Bastión 2: cuatro pilotes circulares de concreto reforzado con dos encepados
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Apoyo circular de neopreno
	Tipo de apoyo en pilas	No hay pilas
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD 2012
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación

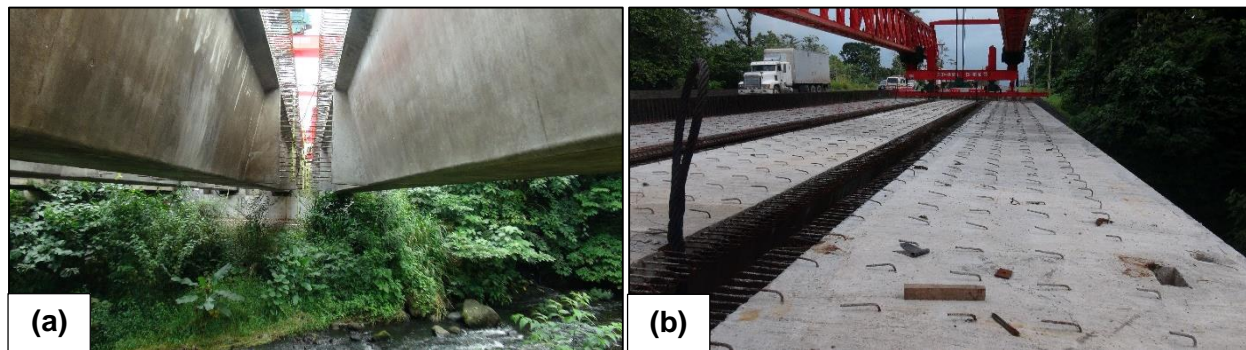


(c) Sección transversal

Figura 5. Planos constructivos del puente sobre el Río Molinos

## 5.2. Avance observado en la construcción del puente

Las Figuras 6a y 6b muestran el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Como se puede observar, ya se había completado la construcción de ambos bastiones, y las vigas de la superestructura ya habían sido colocadas. Asimismo, ya se habían completado los rellenos de aproximación. Aún no se habían colado los diafragmas de las vigas ni la sobrelosa del puente.

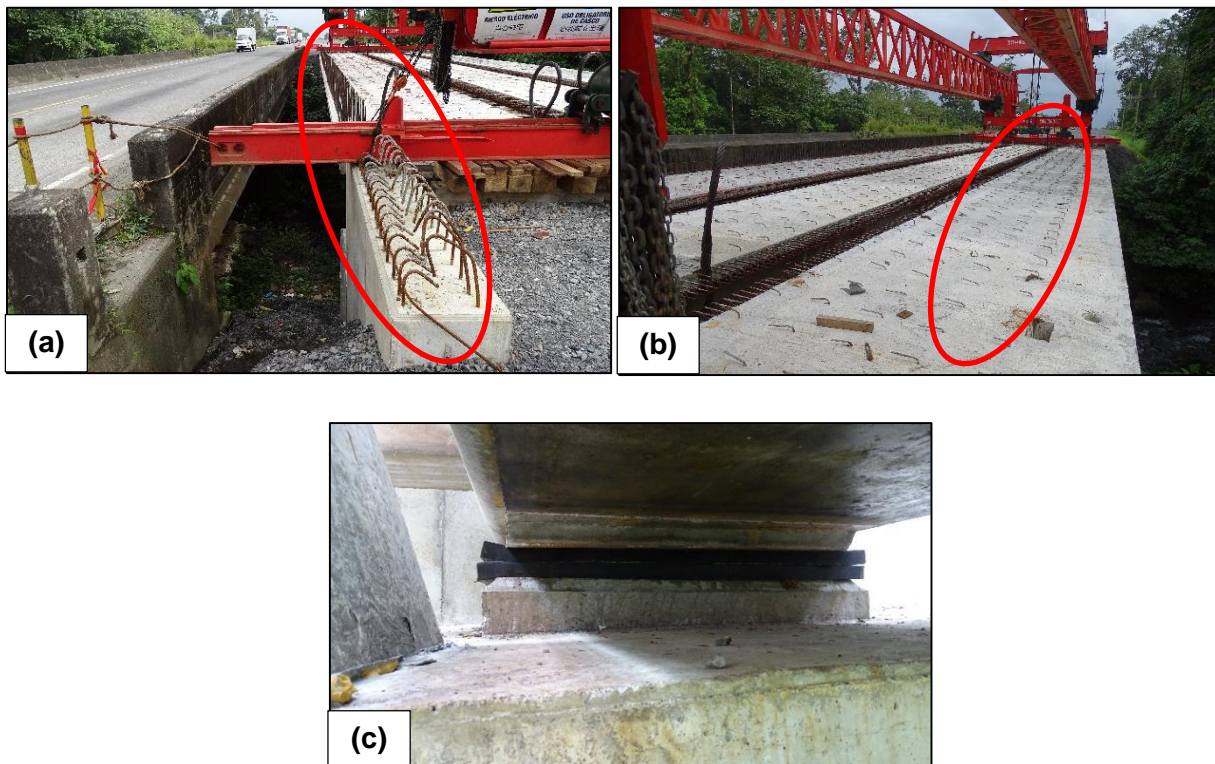


**Figura 6.** Avance en la construcción del puente sobre el Río Molinos. **(a)** Parte inferior de las vigas de la superestructura, al fondo el Bastión 2 (lado de Limón). **(b)** Parte superior de las vigas de la superestructura. La grúa y el equipo para izado aún estaban presentes en el sitio.

### 5.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios:

- Se pudo observar que hay arranques del acero de refuerzo para la barrera vehicular únicamente en la viga más cercana al puente existente (costado Norte). En la viga del lado opuesto (costado Sur) no se observaron dichos arranques. En los planos del puente que fueron facilitados no se muestra el detalle de la conexión entre la barrera vehicular y la viga cajón del costado Sur. (Ver Figuras 7a y 7b).
- Las vigas fueron colocadas sobre almohadillas de neopreno provisionales. Las almohadillas definitivas que están indicadas en los planos son circulares. (Ver Figura 7c).



**Figura 7.** Observaciones realizadas en el puente sobre el Río Molinos. **(a)** Arranques para la barrera vehicular en la viga del costado Norte del puente. **(b)** No se observan arranques para la barrera vehicular en la viga del costado Sur. **(c)** Apoyo de la viga sobre almohadillas provisionales.





#### 5.4. Recomendaciones

Con base en las observaciones mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Consultar por qué no hay barras de arranque de acero para la barrera vehicular sobre la viga del costado Sur del puente.
- Solicitar el detalle de la conexión entre la barrera vehicular y la viga cajón del costado Sur del puente, ya que este detalle no se muestra en los planos que fueron facilitados.
- Consultar si las barreras vehiculares a construir fueron diseñadas con suficiente capacidad para resistir un impacto vehicular.
- Verificar en la siguiente inspección que las almohadillas de neopreno que sirven de apoyo para las vigas sean sustituidas por las que están indicadas en los planos.
- Consultar si los bastiones cuentan con un sistema de impermeabilización y drenaje. En caso de tenerlo, solicitar información al respecto ya que esto no se especifica en los planos del proyecto. En caso de no tenerlo, se recomienda solicitar una justificación de por qué no se utiliza.



## 6. PUENTE SOBRE EL RÍO PARISMINA – ESTACIONAMIENTO 78+187.8

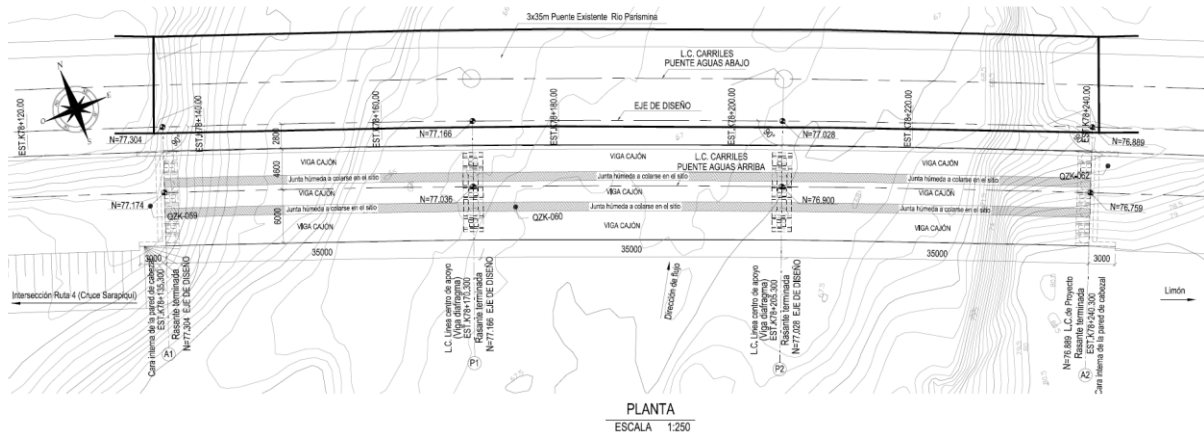
### 6.1. Descripción

El puente sobre el Río Parismina se ubica en el distrito de Guácimo, cantón de Guácimo, provincia de Limón. La Figura 1 muestra la ubicación de la estructura en un mapa de la zona.

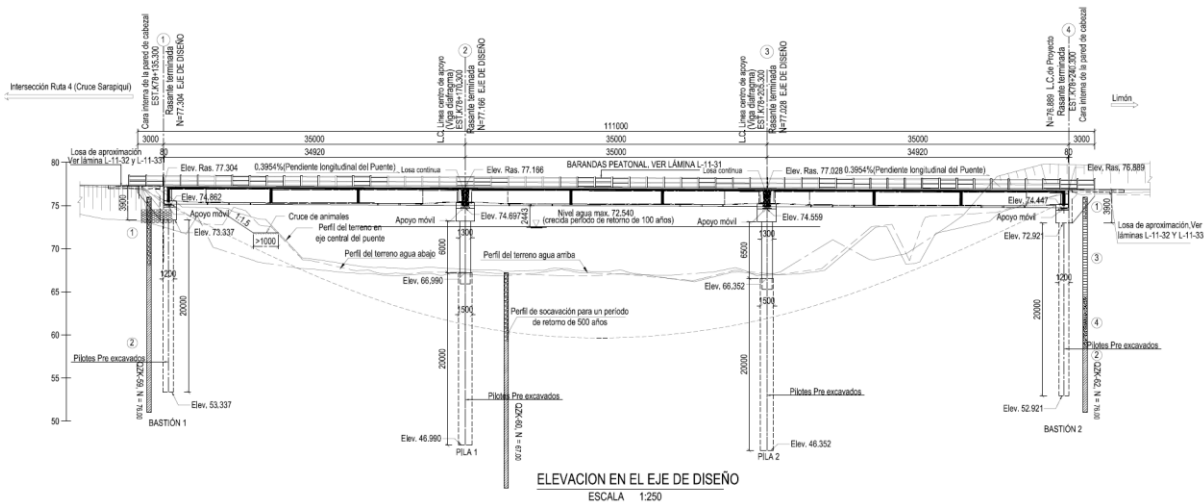
La Tabla 3 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 8 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 3.** Características generales del puente sobre el Río Parismina.

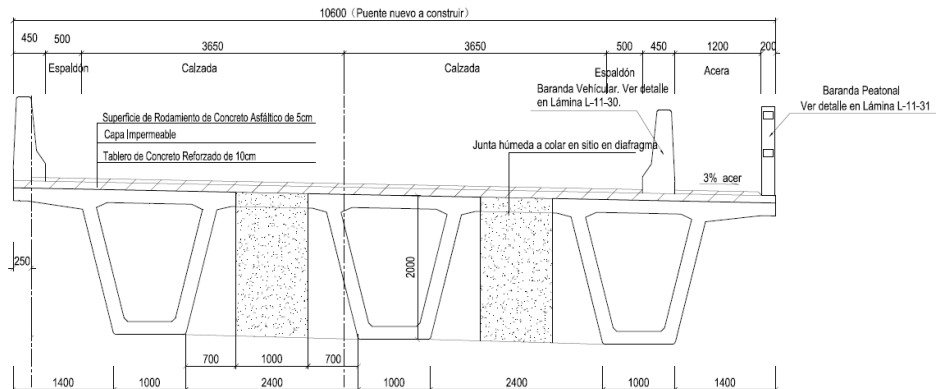
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	105.00
	Ancho total (m)	10.60
	Ancho de calzada (m)	8.30
	Número de tramos	3
	Alineación del puente	Curvo
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Ala superior de la viga cajón más una sobrecapa de concreto reforzado de 100 mm de espesor
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	3 vigas cajón de concreto preesforzado de una celda
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1-2: Viga cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	Pilas 1-2: Viga cabezal sobre dos columnas circulares sólidas de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1-2: cuatro pilotes circulares de concreto reforzado Pilas 1-2: dos pilotes circulares de concreto reforzado unidos con viga de amarre a nivel de la superficie
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Apoyo circular de neopreno
	Tipo de apoyo en pilas	Apoyo circular de neopreno
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD 2012
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación

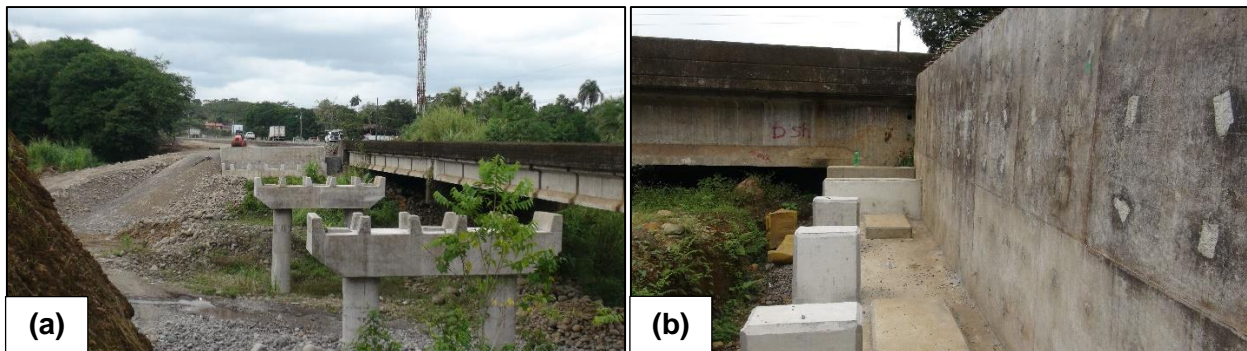


(c) Sección transversal

Figura 8. Planos constructivos del puente sobre el Río Parismina

## 6.2. Avance observado en la construcción del puente

Las Figuras 9a y 9b muestran el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Como se puede observar, la construcción de la subestructura (los dos bastiones y las dos pilas) ya estaba finalizada. Asimismo, ya se habían colocado ambos rellenos de aproximación. Aún no había iniciado la colocación de las vigas de la superestructura.



**Figura 9.** Avance en la construcción del puente sobre el Río Parismina. **(a)** Pila 2, Pila 1 y Bastión 1 (lado de San José) construidos. **(b)** Bastión 2 (lado de Limón) construido.

### 6.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios:

- No se observó ningún sistema de drenaje construido detrás de los bastiones. En los planos de diseño que fueron facilitados no se especifica ni se da información sobre el sistema de drenaje a construir. (Ver Figura 10).



**Figura 10.** Bastión 2 (lado de Limón) del puente sobre el Río Parismina, no se observó sistema de drenaje detrás del bastión

### 6.4. Recomendaciones

Con base en las observaciones mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Consultar si los bastiones cuentan con un sistema de impermeabilización y drenaje. En caso de tenerlo, solicitar información al respecto ya que esto no se especifica en los planos del proyecto. En caso de no tenerlo, se recomienda solicitar una justificación de por qué no se utiliza.



## 7. PUENTE SOBRE LA QUEBRADA CALDERÓN – ESTACIONAMIENTO 120+615.5

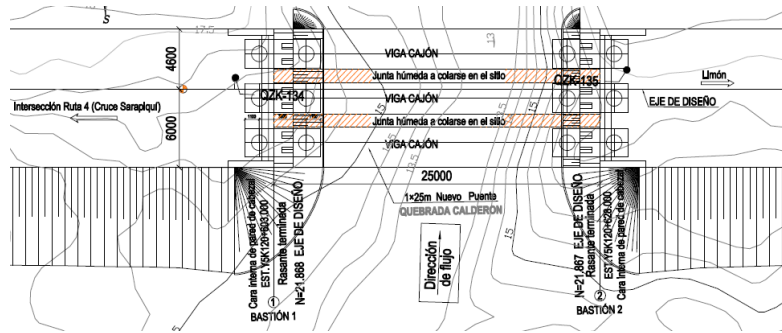
### 7.1. Descripción

El puente sobre la Quebrada Calderón se ubica en el distrito de Matina, cantón de Matina, provincia de Limón. La Figura 1 muestra la ubicación de la estructura en un mapa de la zona.

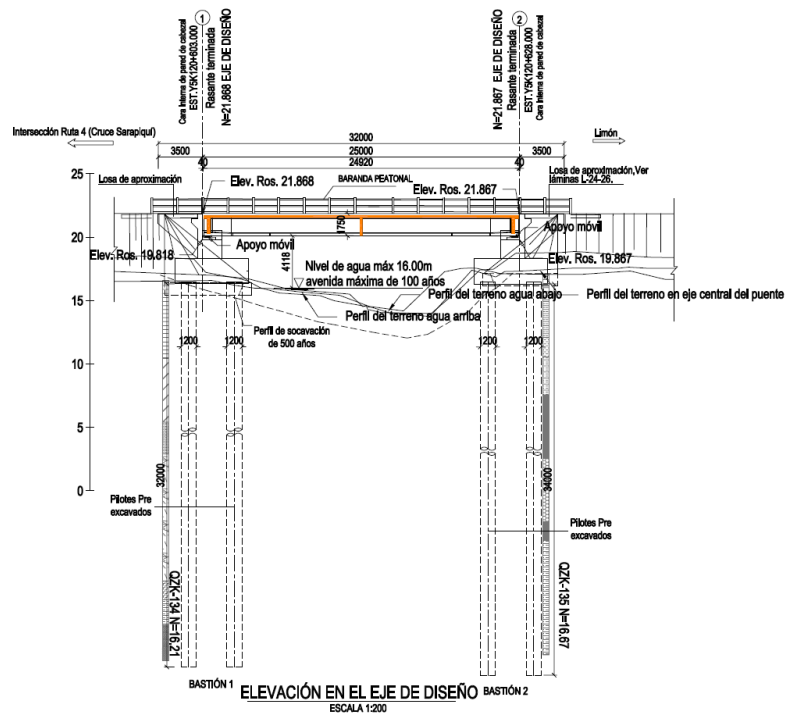
La Tabla 4 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 11 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 4.** Características generales del puente sobre la Quebrada Calderón.

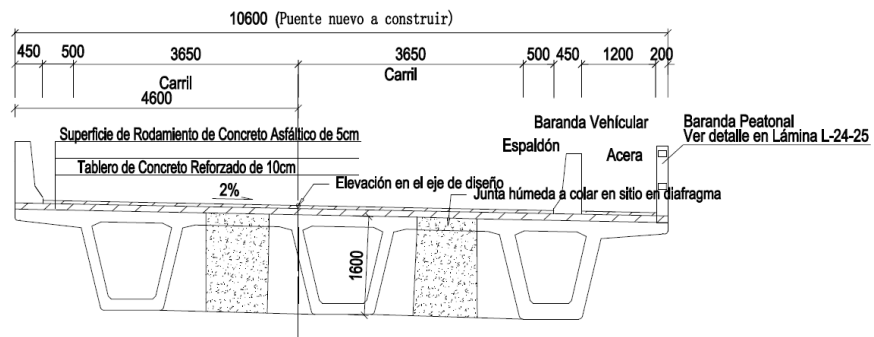
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	25.00
	Ancho total (m)	10.60
	Ancho de calzada (m)	8.30
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Ala superior de la viga cajón más una sobrecapa de concreto reforzado de 100 mm de espesor
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	3 vigas cajón de concreto preesforzado de una celda
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 No hay pilas
	Tipo de bastiones	Bastiones 1-2: Viga cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	No hay pilas
	Tipo de cimentación	Bastiones 1-2: seis pilotes circulares de concreto reforzado con tres encepados
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Apoyo circular de neopreno
	Tipo de apoyo en pilas	No hay pilas
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD 2012
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación



(c) Sección transversal

Figura 11. Planos constructivos del puente sobre la Quebrada Calderón

## 7.2. Avance observado en la construcción del puente

La Figura 12 muestra el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Ya se había completado la construcción de ambos bastiones, mientras que la colocación de las vigas de la superestructura estaba en proceso. Asimismo, ya se habían completado los rellenos de aproximación. Aún no se habían colado los diafragmas de las vigas ni la sobrelosa del puente.



**Figura 12.** Avance en la construcción del puente sobre la Quebrada Calderón. Se estaba trabajando en la colocación de las vigas de la superestructura.



### 7.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios:

- A diferencia del puente sobre el Río Molinos, en este puente sí hay arranques para la barrera vehicular tanto en la viga más cercana al puente existente (costado Norte) como en la viga del lado opuesto (costado Sur). En los planos del puente que fueron facilitados no se muestra el detalle de la conexión entre la barrera vehicular y la viga cajón del costado Sur. (Ver Figuras 13 y 7b).



**Figura 13.** Vigas del puente sobre la Quebrada Calderón. Se pueden observar arranques para la barrera vehicular sobre las vigas a ambos lados del puente.

### 7.4. Recomendaciones

Con base en las observaciones mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Solicitar el detalle de la conexión entre la barrera vehicular y la viga cajón del costado Sur del puente, ya que este detalle no se muestra en los planos que fueron facilitados.
- Consultar si las barreras vehiculares a construir fueron diseñadas con suficiente capacidad para resistir un impacto vehicular.
- Consultar si los bastiones cuentan con un sistema de impermeabilización y drenaje. En caso de tenerlo, solicitar información al respecto ya que esto no se especifica en los planos del proyecto. En caso de no tenerlo, se recomienda solicitar una justificación de por qué no se utiliza.



## 8. PUENTE SOBRE EL RÍO CHIRRIPÓ – ESTACIONAMIENTO 125+317.1

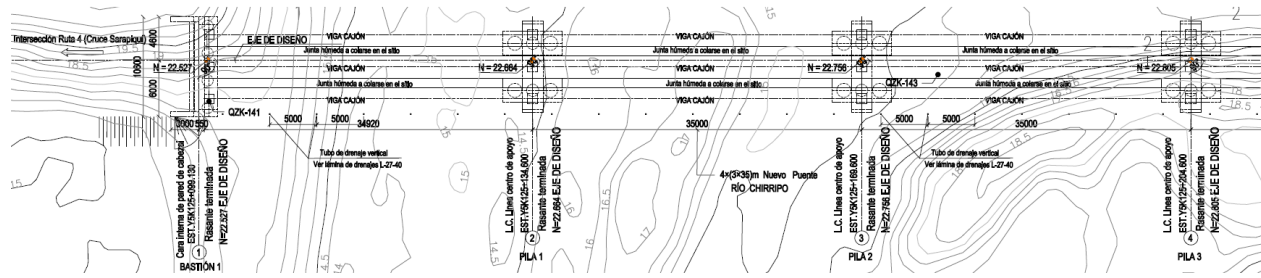
### 8.1. Descripción

El puente sobre el Río Chirripó se ubica en el distrito de Matina, cantón de Matina, provincia de Limón. La Figura 1 muestra la ubicación de la estructura en un mapa de la zona.

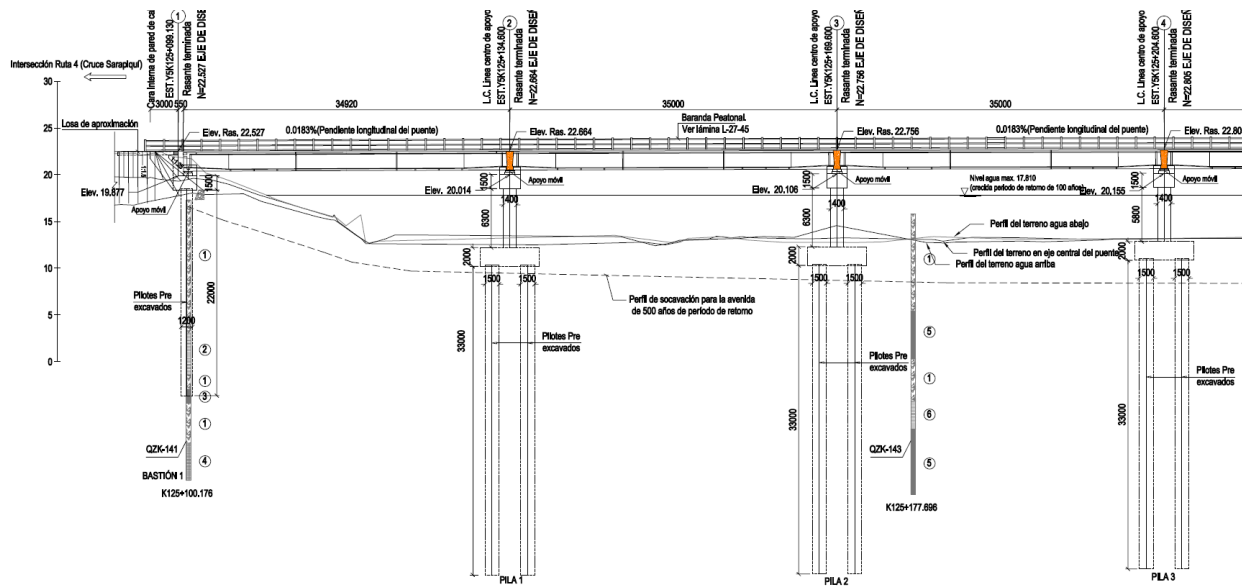
La Tabla 5 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 14 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 5.** Características generales del puente sobre el Río Chirripó.

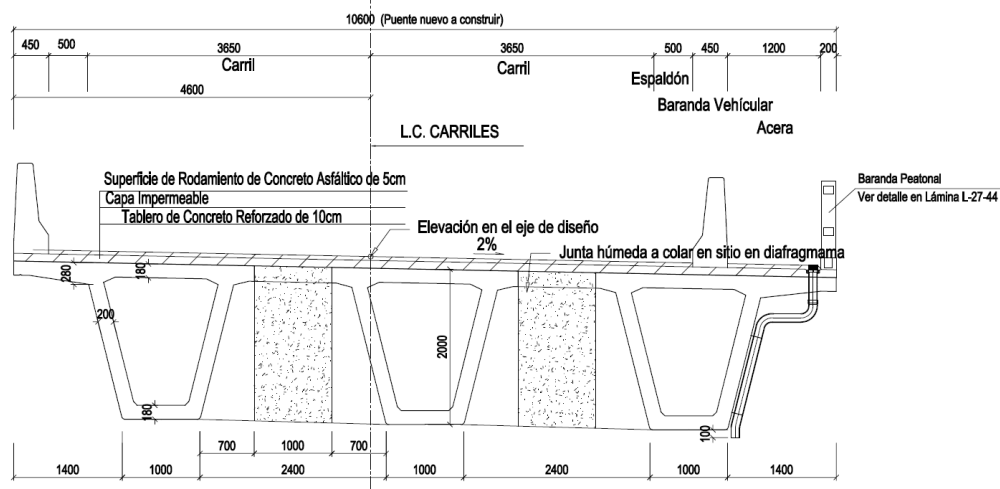
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	435.98
	Ancho total (m)	10.60
	Ancho de calzada (m)	8.30
	Número de tramos	13
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Ala superior de la viga cajón más una sobrecapa de concreto reforzado de 100 mm de espesor
	Número de superestructuras	2
	Tipo de superestructura (elementos principales)	3 vigas cajón de concreto preesforzado de una celda
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 12
	Tipo de bastiones	Bastiones 1-2: Viga cabezal sobre pilotes
	Tipo de pilas	Pilas 1-12: Viga cabezal sobre dos columnas circulares sólidas de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1-2: cuatro pilotes circulares de concreto reforzado Pilas 1-12: cuatro pilotes circulares de concreto reforzado con dos encepados unidos por una viga de amarre
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Apoyo tipo péndulo de fricción
	Tipo de apoyo en pilas	Pilas 1-10 y 12: Apoyo tipo péndulo de fricción Pila 11: Apoyo tipo péndulo de fricción
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD 2012
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación



(c) Sección transversal

Figura 14. Planos constructivos del puente sobre el Río Chirripó

## 8.2. Avance observado en la construcción del puente

Las Figuras 15a, 15b, 15c y 15d muestran el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Como se puede observar, se estaba trabajando en la construcción de algunos elementos de la subestructura.

En lo que respecta a los bastiones, se estaban colando los pilotes del Bastión 1 (lado de San José). Por otro lado, la construcción del Bastión 2 (lado de Limón) ya estaba avanzada, únicamente hacía falta colar los topes sísmicos y los pedestales de los apoyos.

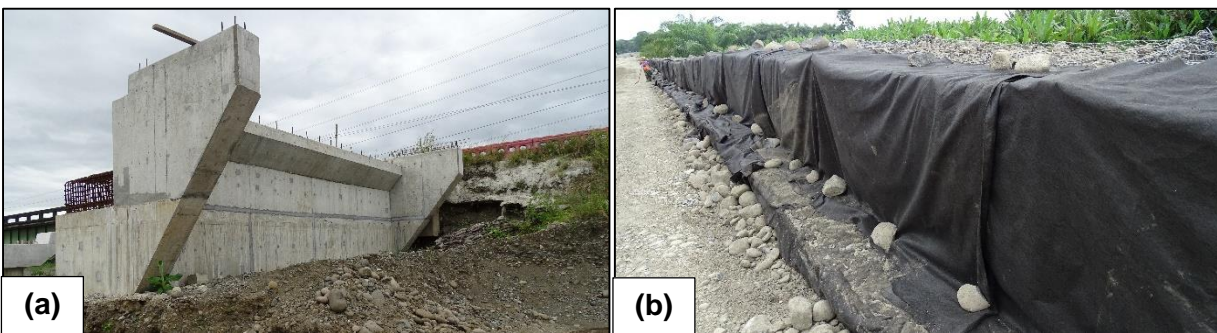
En lo que respecta a las pilas, se estaba trabajando en la construcción de las columnas circulares de la Pila 11. La construcción del resto de las pilas ya estaba avanzada, únicamente faltaba colar los pedestales de los apoyos y, en algunos casos, los topes sísmicos.



**Figura 15.** Avance en la construcción del puente sobre el Chirripó. **(a)** Colado de los pilotes del Bastión 1 (lado de San José). El concreto aún estaba fresco. **(b)** Vista general de las pilas construidas. **(c)** Trabajos de construcción en la Pila 11. **(d)** Avance en la construcción del Bastión 2 (lado de Limón).

### 8.3. Observaciones

- No se observó ningún sistema de drenaje construido detrás del Bastión 2 (lado de Limón). En los planos de diseño que fueron facilitados no se especifica ni se da información sobre el sistema de drenaje a construir detrás de los bastiones. (Ver Figura 16a).
- Se pudo observar geotextil colocado sobre los muros de gaviones que se utilizarán para contener el relleno de aproximación del lado de Limón (ver Figura 16b).



**Figura 16.** Observaciones realizadas en el puente sobre el Río Chirripó. **(a)** Pared de cabzal del Bastión 2, no se observó sistema de drenaje detrás del bastión. **(b)** Geotextil colocado sobre los muros de gaviones.

### 8.4. Recomendaciones

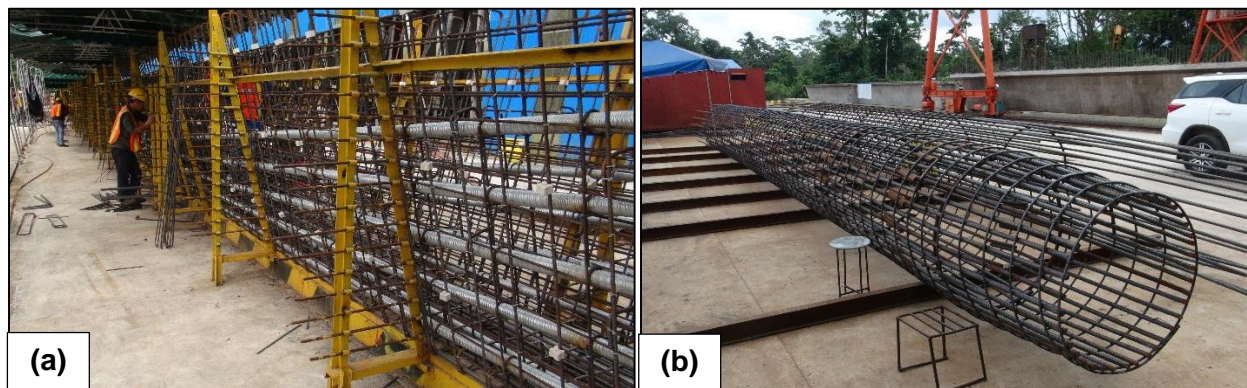
Con base en las observaciones mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Consultar si los bastiones cuentan con un sistema de impermeabilización y drenaje. En caso de tenerlo, solicitar información al respecto ya que esto no se especifica en los planos del proyecto. En caso de no tenerlo, se recomienda solicitar una justificación de por qué no se utiliza.

## 9. PLANTEL DE PREFABRICADO DE GUÁPILES

### 9.1. Descripción

Además de los cinco puentes que se describieron en las secciones anteriores, se inspeccionó el plantel de prefabricado ubicado en Guápiles. La Figura 17 muestra algunos de los trabajos que se realizan en este plantel. Uno de ellos es la fabricación de las vigas cajón preesfrozadas que son utilizadas para la construcción de los diferentes puentes del proyecto (ver Figura 17a). Por otro lado, también se realiza el armado del acero de refuerzo para los pilotes (ver Figura 17b).



**Figura 17.** Trabajos realizados en el plantel de prefabricado de Guápiles. **(a)** Fabricación de una viga cajón de concreto preesfrozada. **(b)** Armado del acero de refuerzo para los pilotes.

### 9.2. Observaciones

Durante la inspección realizada se hicieron las siguientes observaciones:

- La procedencia del acero de refuerzo utilizado es de China y de Turquía (ver Figura 18a).
- Para el preesfrozado de las vigas cajón se utilizan torones de acero de alta resistencia con 7 hilos con un diámetro aparente de 15.2 mm. (ver Figura 18b).
- Los ductos para los torones se rellenan con lechada una vez realizada la postensión (ver Figura 18c).
- El refuerzo longitudinal de los pilotes consiste de varillas con traslapes soldados en posiciones alternas, lo cual concuerda con el detalle indicado en los planos.



**Figura 18.** Observaciones realizadas en el plantel de prefabricado de Guápiles. **(a)** Procedencia del acero de refuerzo utilizado en el proyecto. **(b)** Torones de acero utilizados para el preesfuerzo de las vigas cajón. **(c)** Extremo de una viga cajón, se puede observar el relleno de los ductos de postensión. **(d)** Traslapes soldados utilizados en el refuerzo longitudinal de los pilotes.



### 9.3. Recomendaciones

Con base en las observaciones mencionadas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Realizar pruebas de resistencia periódicas al acero de refuerzo convencional que se utiliza en el proyecto.
- Realizar pruebas de resistencia periódicas a los torones de postensión que se utilizan para construir las vigas cajón de concreto preesforzado.
- Solicitar información sobre el método empleado para asegurar que el relleno con lechada abarque la longitud completa de los ductos de postensión de las vigas cajón de concreto preesforzado.
- Investigar si el CONAVI permite realizar empalmes soldados del acero de refuerzo en elementos de concreto reforzado.
- Investigar si el contratista y/o la empresa supervisora cuentan con un inspector de soldadura certificado que haya sido asignado al proyecto para revisar la soldadura del acero de refuerzo. Solicitar el control de calidad para los trabajos de soldadura y consultar el método empleado de inspección, así como la periodicidad con la que se realizan las inspecciones.





## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los puentes del Proyecto de Diseño, Rehabilitación y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 presentan características muy similares en lo que respecta a su geometría y al tipo de superestructura utilizado (vigas cajón de concreto preesforzado de una celda). Sin embargo, estos sí presentan algunas diferencias en la subestructura, como el tipo de pilas, el tipo de cimentación y el tipo de apoyos.

Al momento de la visita realizada el 11 de diciembre de 2019, los puentes sobre el Río Molinos y sobre la Quebrada Calderón eran los que presentaban mayor avance. En estos puentes el proceso de colocación de las vigas cajón estaba casi finalizado. En el puente sobre el Río Parismina la construcción de la subestructura ya estaba finalizada pero aún no había iniciado la colocación de vigas. Por último, tanto en el puente sobre el Río Toro Amarillo como en el puente sobre el Río Chirripó se estaba trabajando en la construcción de la subestructura.

En las secciones anteriores se exponen las observaciones y las recomendaciones realizadas para cada uno de los puentes inspeccionados, así como para el plantel de prefabricado ubicado en Guápiles.