

ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VÍAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO
EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO
DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS.



ELABORADO POR:

MARIO ALBERTO PEREZ MOSOS

CODIGO: 2264281

ALEXANDER OCTAVIO GÓMEZ CASSAB

CODIGO: 2264266

ROBINSON ARLEY ROJAS CLAROS

CODIGO: 2264804

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

JULIO DE 2020

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	1
1. Introducción	2
2. Justificación	4
3. Objetivos	5
3.1 Objetivo general.....	5
3.2 Objetivos específicos.....	5
4. Marco Referencial	6
4.1 Teórico.....	6
4.1.1 Puentes.....	6
4.1.2 Vías en pavimento rígido.....	10
4.2 Legal.....	12
4.3 Histórico	12
5. Alcance y Limitaciones	15
6. Metodología	16
6.1 Descripción de la Selección del Paciente.	16
6.2 Preparación y Planteamiento del Estudio.	16
6.2.1 Inspección preliminar del paciente.	16
6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.....	17
6.2.3 Permisos y autorizaciones para el estudio del paciente.	18
6.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.....	18
6.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.....	18
6.3 Historia Clínica.....	19
6.3.1 Responsables del estudio.	19
6.3.2 Fecha de realización del estudio.	19
6.3.3 Datos generales del paciente.	19
6.3.4 En la edificación y/o construcción civil.....	24
6.3.5 Aplicación patológica.....	35
6.3.6 Datos específicos de las lesiones.....	35
6.3.7 Datos generales del entorno.	40

7.	Resultados	43
7.1	Calificación De La Estructura.	43
7.2	Clasificación Y Origen De Las Patologías.	43
7.3	Suelos y Cimentaciones.	45
7.3.1	Tipo de cimentación.	45
7.4	Ensayos Destructivos y No Destructivos.	46
7.4.1	Ensayo de resistencia del concreto por medio de esclerometría.	46
7.4.2	Ensayo de extracción y ensayo de núcleos.	49
7.4.3	Ensayo de carbonatación del concreto con fenolftaleína.	50
7.4.4	Ensayo para comprobación de la cuantía del acero de refuerzo (SCANNER).	53
8.	Estudio de Vulnerabilidad Estructural.....	59
8.1	Alcance del Estudio de Vulnerabilidad Estructural.	59
8.2	Caracterización del Área de Localización del Paciente.	59
8.2.1	Geología del municipio.....	59
8.2.2	Estudios de suelos.	60
8.2.3	Zona de amenaza sísmica.....	61
8.3	Parámetros de Cálculo.	62
8.4	Avalúo de Cargas.....	63
8.4.1	Carga muerta (DC).....	63
8.4.2	Carga muerta (DW).....	63
8.4.3	Empuje horizontal del suelo (EH).	64
8.4.4	Incremento de carga viva vehicular (IM).....	64
8.4.5	Carga viva vehicular (LL).	65
8.4.6	Sobrecarga de carga viva (LS).	66
8.5	Carga Sísmica (EQ).....	67
8.6	Empuje Dinámico del Suelo (EQH).	68
8.7	Carga de Viento Sobre la Carga Viva (WL).....	70
8.8	Carga de Viento Sobre la Estructura (WS).....	70
8.9	Análisis Estructural.	73
8.10	Evaluación de los Factores de Clasificación.....	83
8.11	Capacidad a Flexión de las Vigas Longitudinales.....	87
8.12	Capacidad a Cortante de las Vigas.	88
8.13	Capacidad a Flexión de la Placa del Tablero.....	91

8.14	Cálculo de los Factores de Clasificación.....	92
9.	Análisis.....	94
9.1	Descripción de la Patología Más Relevante en el Paciente.....	94
9.2	Diagnóstico General del Paciente.	94
9.2.1	Diagnóstico y Reforzamiento Estructural.....	95
9.3	Propuestas de Intervención.	97
9.3.1	Intervención uno.	97
9.3.2	Intervención dos.....	100
9.4	Presupuestos de Obras de Intervención.	103
9.4.1	Presupuesto de intervención uno.	103
9.4.2	Presupuesto de intervención dos.....	106
9.5	Cronograma.....	109
10.	Conclusiones.....	111
11.	Recomendaciones	112
12.	Referencias	113
13.	Bibliografía.....	114
	Anexos	115
	Anexo 1. Fichas de historia clínica del puente	115
	Anexo 2. Fichas de historia clínica vías.....	115
	Anexo 3. Ficha de calificación.....	115
	Anexo 4: perfiles estudio de suelos de obras en zonas aledañas	115
	Anexo 5. Fichas de propuestas de intervención.....	115
	Anexo 6. Fichas de metodología de intervención	115

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Resultados de ensayos de campo de esclerometría con martillo de rebote</i>	48
Tabla 2. <i>Resultados ensayos a núcleos de concreto</i>	49
Tabla 3. <i>Casos de carga aplicables al análisis</i>	63
Tabla 4. <i>Presiones básicas. PB, correspondiente a VB = 160 km/h</i>	71
Tabla 5. <i>Valores de V_0 y Z_0 para varias condiciones de superficie aguas arriba</i>	72
Tabla 6. <i>Factor de condición ϕ_c</i>	86
Tabla 7. <i>Factor del sistema ϕ_s</i>	86
Tabla 8. <i>Resumen de solicitudes y capacidades</i>	92
Tabla 9. <i>Resumen factores de clasificación</i>	92
Tabla 10. <i>Primera Intervención propuesta.</i>	97
Tabla 11. <i>Segunda Intervención propuesta</i>	100

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Partes de una junta de expansión. Adaptado del manual de inspección visual de puentes y pontones- INVIAS 2006.	9
<i>Figura 2.</i> Clasificación de Juntas. Adaptado del manual de inspección visual de puentes y pontones – INVIAS 2006	10
<i>Figura 3.</i> Mapa de localización. Casco urbano del municipio de Mitú y área de desarrollo estudio de patología, Adaptado de Google maps 2020	20
<i>Figura 4.</i> Mapa de localización. Acercamiento del área de desarrollo estudio de patología, Adaptado de Google maps 2020.	20
<i>Figura 5.</i> Vistas del plano de levantamiento realizado al paciente	23
<i>Figura 6.</i> Dimensiones del tipo de cimentación del plano de levantamiento realizado al paciente por el equipo de trabajo del presente estudio	25
<i>Figura 7.</i> Portada de la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales	27
<i>Figura 8.</i> Plancha del puente tipo de L=24 m. Adaptado da de la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales 1976	28
<i>Figura 9.</i> Comparación de sección transversal del puente. Arriba, puente construido. Abajo, sección adaptada de la plancha de la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales 1976.....	29
<i>Figura 10.</i> Tipo de puente constatado en la inspección de campo	31
<i>Figura 11.</i> Imágenes que ilustran el estado de vigas y estribos del puente constatado en la inspección de campo	32
<i>Figura 12.</i> Imágenes que ilustran el estado de las aletas del puente constatado en la inspección de campo	33
<i>Figura 13.</i> Imágenes que ilustran el estado de la zona de aproximación norte en pavimento rígido constatado en la inspección de campo	34
<i>Figura 14.</i> Imágenes que ilustran el estado de la zona de aproximación sur en pavimento rígido constatado en la inspección de campo	34
<i>Figura 15.</i> Detalle del formato de inspección visual de puentes diligenciado para el paciente	36
<i>Figura 16.</i> Detalle de la ficha de calificación elaborada para la inspección del puente	37
<i>Figura 17.</i> Detalle de la ficha de calificación elaborada para la inspección de las vías de aproximación	38
<i>Figura 18.</i> Detalle del formato elaborado para la inspección de las vías de aproximación	39
<i>Figura 19.</i> Detalle de la ficha de calificación de lesiones elaborada para el análisis de lesiones del paciente	44
<i>Figura 20.</i> Localización del apique para determinar el tipo de cimentación del puente.	45
<i>Figura 21.</i> Apique de inspección para la cimentación del puente sobre el caño Danta.	45
<i>Figura 22.</i> Esclerómetro Marca CONTROLS. Se aprecia la regla para la toma de lecturas y etiqueta con la fecha de la vigencia de la calibración.	46
<i>Figura 23.</i> Proceso de ejecución del ensayo de esclerometría en el paciente de estudio.	47
<i>Figura 24.</i> Detalles de núcleos extraídos de los elementos de vigas y placas.....	50

<i>Figura 25.</i> Materiales utilizados para le determinación del ensayo de carbonatación en el paciente	52
<i>Figura 26.</i> Resultado ensayo de carbonatación en los núcleos de concreto.....	52
<i>Figura 27.</i> Rango de medición PROFOMETER 650 AI. Adaptado de la hoja técnica PROFOMETER 650 AI Proceq	54
<i>Figura 28.</i> Lecturas con el sistema de detección de barras de refuerzo PROFOMETER 650 AI.....	55
<i>Figura 29.</i> Lectura 1. Inspección refuerzo principal inferior viga longitudinal. Refuerzo longitudinal: 4 barras de 1” de diámetro en primera fila.	56
<i>Figura 30.</i> Lectura 2. Inspección refuerzo principal inferior placa tablero. Refuerzo principal: Barras de 5/8” de diámetro separadas cada 20 cm en promedio.	57
<i>Figura 31.</i> Lectura 3. Inspección refuerzo a cortante viga exterior cerca al apoyo. Refuerzo transversal: Flejes en barras de 1/2” de diámetro, separadas cada 30 cm en promedio.	58
<i>Figura 32.</i> Camión de diseño CCP-14. Adaptado de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14.	65
<i>Figura 33.</i> Tándem de diseño CCP-14.....	66
<i>Figura 34.</i> Coeficiente sísmico.	67
<i>Figura 35.</i> Espectro de aceleraciones de diseño para el 5% de amortiguamiento – CCP-14.....	68
<i>Figura 36.</i> Análisis dinámico de tierras por el método de Mononobe - Okabe	69
<i>Figura 37.</i> Programa de ingeniería para análisis del puente	73
<i>Figura 38.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 39.	74
<i>Figura 39.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 40.	75
<i>Figura 40.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 41.	76
<i>Figura 41.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 42.	77
<i>Figura 42.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 43.	78
<i>Figura 43.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 44.	79
<i>Figura 44.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM.....	80
<i>Figura 45.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 46.....	80
<i>Figura 46.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 47.....	81
<i>Figura 47.</i> Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 48.....	82

Figura 48. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. 83

Figura 49. Distribución del refuerzo longitudinal en el centro de la luz de las vigas. 88

Figura 50. Distribución del refuerzo longitudinal de reforzamiento en el centro de la luz de las vigas 95

Resumen

Se realiza el estudio de patología sobre un puente en concreto reforzado en el Municipio de Mitú, Vaupés de longitud = 24m, de tipo placa y vigas, y de las vías de aproximación en pavimento rígido, las cuales presentan deterioro. El puente fue construido en el año 1995 y no hay evidencia de realización de algún mantenimiento o adecuación desde su construcción. El puente comunica dos importantes zonas del casco urbano de Mitú. Se realiza la aplicación metodológica de historia clínica, diagnóstico y propuesta de intervención, con base en los criterios aprendidos en la especialización en patología de la construcción de la universidad Santo Tomas, lo descrito en los manuales de inspección de puentes y vías del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, y normas técnicas vigentes. Además de la inspección de campo, donde se determinaron diferentes tipos de lesiones, se requirió de la realización de ensayos destructivos y no destructivos para determinar el estado de los materiales constitutivos de la estructura. Se realizó el análisis de vulnerabilidad estructural al paciente para determinar el estado de la estructura. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de dicha información para proponer dos alternativas de intervención que incluye un recalce de vigas y reforzamiento de placas con fibras de carbono.

1. Introducción

La ingeniería civil se manifiesta dentro de la sociedad como un medio para que las personas puedan generar el mejoramiento de las condiciones de vida, del entorno social donde vive, mejorando su infraestructura tanto de servicios básicos y esenciales, de habitabilidad y de comunicaciones. Esta manifestación se convierte en una necesidad esencial en los sitios donde la presencia del estado es escasa, ya sea por circunstancias geográficas, topográficas, de orden público o de una mala administración de los recursos públicos.

El municipio de Mitú, capital del departamento de Vaupés, ha venido incrementando considerablemente lo que hasta hace unos 10 años era una incipiente infraestructura vial urbana sin pavimentar, donde era transitada casi de forma exclusiva por motocicletas. Esto ha generado la llegada de vehículos tipo automóvil, camiones y volquetas de 2 ejes, poniendo a prueba la infraestructura vial construida con anterioridad.

El sector que comprende la avenida 15 en intersección con el caño Danta, está conformado por un puente en concreto y sus vías de aproximación en pavimento rígido. Este sector es de gran importancia para el tránsito peatonal y vehicular, ya que es el medio de comunicación más rápido entre el sector norte (barrios Palmeras, bosques de Murillo, comunidad indígena de Mituseño-Urania) y el centro del casco urbano de Mitú.

Las vías de aproximación al puente sobre el caño Danta, vienen presentando una serie de lesiones que se han venido incrementando desde hace unos 10 años a la fecha. Además, desde la fecha de construcción del puente, que, según información de habitantes del municipio, data del

año 1993, este no ha tenido ninguna intervención ni de reforzamiento, ni de mantenimiento por parte de las autoridades locales.

El estudio patológico que se presenta a continuación, busca determinar, de acuerdo a las diferentes metodologías y etapas estudiadas durante la especialización, el origen de las afectaciones que se viene presentando en las vías de aproximación al puente y evaluar las condiciones de seguridad y servicio del puente con base en la normatividad actual, para finalmente establecer las propuestas de intervención adecuadas para garantizar funcionalidad y estabilidad de las estructuras en estudio.

2. Justificación

El incremento en el tránsito de vehículos pesado por las calles del casco urbano de Mitú, de lesiones que se vienen presentando en el pavimento rígido de las vías de aproximación al puente, y que este no ha tenido ninguna intervención desde su construcción en el año 1993 aproximadamente, son indicadores de la necesidad de una pronta intervención a la infraestructura para que no se vea afectado el tránsito vehicular por este importante sector.

Para que se dé una solución adecuada a esta problemática se deben realizar los estudios técnicos correspondientes que permitan identificar la causa real del problema, para determinar la solución o soluciones adecuadas. Es ahí donde juega un papel importante el desarrollo de un estudio patológico y donde debe intervenir con sus conocimientos el patólogo en construcciones.

Dada la importancia para la población del municipio que se encuentre la solución adecuada a esta problemática, se ha determinado desarrollar las practicas académicas correspondiente al trabajo profesional integrado de la especialización en patología de construcción.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

- Realizar la investigación patológica sobre la infraestructura del puente sobre el caño Danta y sus vías de aproximación construidas en pavimento rígido.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar la identificación, evaluación y diagnóstico de todos los componentes que conforman la estructura del puente sobre el caño Danta y las vías de aproximación para determinar su estado actual.
- Aplicar los procedimientos y técnicas que se han adquirido dentro de la especialización de patología de la construcción, y que sean pertinentes, con el fin de identificar de las causas de las posibles lesiones que se evidencian en el paciente.
- Elaborar diferentes propuestas de intervención con el fin de establecer las soluciones adecuadas para eliminar las causas que generan los diferentes fenómenos patológicos sobre el puente y vías de aproximación.

4. Marco Referencial

4.1 Teórico

4.1.1 Puentes.

De acuerdo a lo descrito por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS, 2014) se define como puente, “cualquier estructura de un ancho no menor a 6 m que forma parte de una carretera o que está localizado sobre o bajo una carretera” (p.1-3). El Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2017a) lo define como aquella estructura construida con el fin de conectar dos puntos que se encuentran separados por un accidente geográfico o artificial.

4.1.1.1 Partes del puente.

Superestructura: Es aquella parte del puente que permite la continuidad de la vía. La superestructura soporta el paso de las cargas móviles que son transmitidas a la subestructura o infraestructura a través de los apoyos, y está conformada por uno o más tramos dependiendo de la cantidad de elementos intermedios de la infraestructura que la sustenten (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones del Paraguay [MOPC], 2011). La superestructura está conformada por:

- *Tablero:* Corresponde a la placa superior de rodadura que se utiliza para repartir la carga a la estructura principal en momentos específicos. Está constituido por la superficie de rodadura, barandas y pasos peatonales. Estos últimos se incluyen cuando se requiere el tránsito peatonal. Las barandas, que generalmente pueden ser metálicas o en concreto, se colocan sobre los bordes del tablero para protección tanto de vehículos como de peatones (MOPC, 2011).

- *Estructura principal:* conformada por sistema de vigas longitudinales y transversales (riostras), que permiten la transmisión de las cargas que actúan sobre la superestructura a la infraestructura, y a través de ella, al suelo de soporte de la estructura del puente (MOPC, 2011).

Infraestructura o subestructura: Es el elemento estructural donde se apoya la superestructura del puente, y es por medio de esta que se transmiten las cargas al suelo de soporte. Está constituida por los estribos, que son los apoyos extremos del puente, y las pilas que son los apoyos intermedios de puentes cuando se trata de estructuras constituidas por más de un tramo (MOPC, 2011). La infraestructura está conformada por:

- *Estribos:* De acuerdo a lo descrito por (AIS, 2014), se define un estribo como una “estructura que soporta el extremo de una luz del puente y provee soporte lateral al material de relleno sobre el cual descansa la carretera inmediatamente adyacente al puente” (p.11-1). Estos pueden ser de diferentes tipos como, estribo corto, de profundidad parcial, de profundidad total, integral.
- *Aletas:* Las aletas son elementos alternativos conformados por muros que sirven de continuación del muro frontal del estribo y que se proyectan a cierto ángulo o perpendiculares al cuerpo principal del estribo.
- *Pilas:* Son los apoyos intermedios, es decir, que reciben reacciones de dos tramos de puente, transmitiendo la carga al terreno. Pueden ser de muro macizo, muro doble, tipo caballete, de una sola columna y tubulares (AIS, 2014).

4.1.1.2 Topología de puentes.

De acuerdo a lo descrito en el manual de inspección visual de puentes del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2006), los puentes se pueden clasificar según la estructuración transversal o longitudinal de la superestructura del puente de la siguiente forma:

Según su estructuración transversal:

- *Puente de losa sobre vigas*
- *Losa simplemente apoyada*
- *Viga cajón*
- *Armadura de paso superior*
- *Armadura de paso inferior*
- *Arco superior*
- *Arco inferior*

Según su estructuración longitudinal:

- *Vigas simplemente apoyadas*
- *Vigas continuas.*
- *Puente colgante.*
- *Puente atirantado.*
- *Pórtico.*
- *Box culvert.*

4.1.1.3 Otros componentes de un puente.

Juntas de expansión: Son los elementos que permiten los movimientos y/o rotaciones en dos partes de una estructura. De no permitirse estos movimientos relativos, se producirán esfuerzos no considerados en el diseño y dimensionamiento de la estructura, provocando deformaciones y daños.

Se componen de:

- *Guardacantos*
- *Perfiles metálicos*
- *Sellos.*



Figura 1. Partes de una junta de expansión. Adaptado del manual de inspección visual de puentes y pontones- INVIAS 2006.

Se puede clasificar en:

- *Juntas abiertas*
- *Juntas cerradas:* - *Juntas selladas, Juntas de placa dentada, Juntas de placa deslizante*

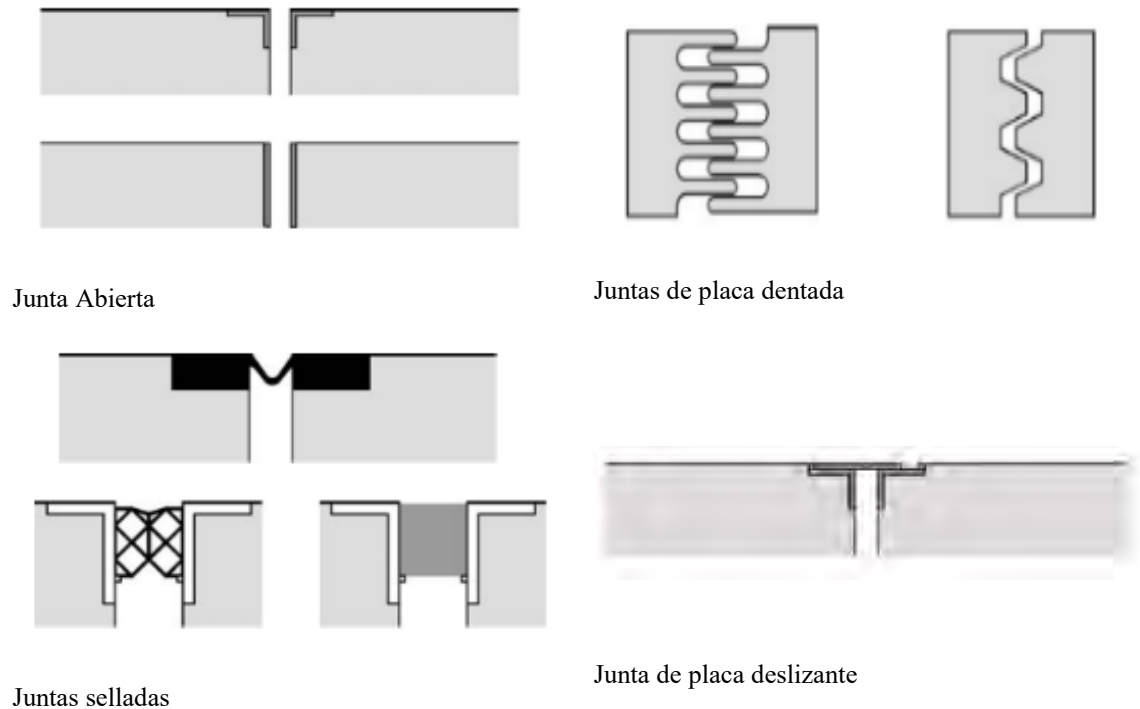


Figura 2. Clasificación de Juntas. Adaptado del manual de inspección visual de puentes y pontones – INVIA 2006

Barandas: Barreras de protección tanto para peatones como para vehículos ubicadas en los costados del tablero del puente. Se puede clasificar por su material de construcción en:

- *Mampostería.*
- *Concreto*
- *Metálica.*
- *Pasamanos metálicos y postes en concreto.*

Equipamientos: Corresponde a señalización horizontal y vertical, sistemas de iluminación y drenajes.

4.1.2 Vías en pavimento rígido

Como lo describe (DNP, 2017b), un pavimento rígido es el que está conformado principalmente por una serie de losas de concreto sobre una base o directamente sobre la

subrasante. Estas transmiten los esfuerzos al suelo y los distribuye entre losas adyacentes por medio de sistemas de pasadores metálicos.

Se caracterizan por tener una alta rigidez, que le permite transmitir cargas al suelo en áreas muy grandes. Esto permite su economía de construcción en suelos con baja capacidad de soporte, para vías tanto de tráfico pesado como de tráfico muy bajo, permitiendo en ocasiones construir este tipo de pavimento directamente sobre el suelo sin interposición de una capa de material de soporte. Ofrecen una alta resistencia al desgaste, no se ahuecan en ninguna dirección, y cuando las losas tienen menos de 5 m de longitud el efecto de la temperatura en los esfuerzos es despreciable. (Instituto Colombiano de Productores de Cemento [ICPC], 2008).

La estructura tipo de un pavimento rígido se compone de:

- *Subrasante*: es la superficie del terreno que servirá de soporte a la estructura de pavimento. El tipo y espesor de la estructura de pavimento dependerá de las características geotécnicas de esta capa, en especial del valor de la Relación de Soporte de California - CBR.
- *Capa de material soporte para el pavimento rígido*: Es la capa destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la capa de pavimento rígido, de tal manera que la subrasante la pueda soportar.
- *Losa de concreto*: Es la capa superior de la estructura de pavimento, que soporta directamente las cargas.

Las juntas entre losas que conforman el pavimento rígido son muy importantes ya que controlan los esfuerzos del concreto debido a movimientos de contracción y de dilatación del material, cambio de temperatura y humedad.

Este tipo de pavimento también se caracteriza por contar con un sistema de transferencia de cargas y confinamiento entre losas por medio de dovelas en acero liso y barras de transferencia en acero corrugado. La transferencia de carga se realiza en las juntas transversales y el confinamiento en las juntas longitudinales.

4.2 Legal

Los artículos 7 de la ley 15 de 2001, art. 17 de la ley 105 de 1993 y ley 336 de 1996, establecen que la responsabilidad de la infraestructura del transporte dentro de las zonas urbanas del municipio le corresponde a las administraciones municipales. Para el caso del departamento de Vaupés, el desarrollo de obras de infraestructura vial ha estado a cargo de la Gobernación, ya que esta entidad departamental ha manejado mayores recursos para este tipo de obras. Esto no excluye de la responsabilidad a la administración municipal, es más, se sirven de complemento para mejorar la calidad de vida de la población municipal.

Los planes de desarrollo departamental de Vaupés y municipal de Mitú, tienen un componente de infraestructura del transporte, para la vigencia 2019 de desarrollo del presente estudio, se priorizaron intervenciones en otro tipo de vías, dejando a un lado el mantenimiento de la malla vial del casco urbano de la cual hace parte el paciente bajo estudio.

4.3 Histórico

La infraestructura del transporte en el municipio de Mitú, es relativamente reciente e incipiente. El casco urbano de Mitú cuenta con una red vial que suma aproximadamente 30 km de vías. Las conexiones en accidentes geográficos se hacen por medio de puentes en madera, ya que por la ubicación del municipio, la madera era un material de fácil disponibilidad y económico, con respecto al concreto.

El municipio de Mitú no tiene conexión por vía terrestre con el interior del país, solo se comunica por vía aérea y fluvial, siendo esta última restringida entre los meses de diciembre y febrero por la disminución en los niveles del río Vaupés, por causa de la llegada del verano en dichos meses. Este aspecto incrementa sustancialmente los costos de los insumos como el cemento y combustibles fósiles para el desarrollo de obras de infraestructura. Como ejemplo, para el año 2008 el bulto de cemento en el municipio tenía un costo de \$150,000.

Lo anterior y la poca disponibilidad de ingresos de origen nacional, generó el retraso en el desarrollo de la infraestructura del municipio. Tan solo hasta mediados de los años 90 se empezaron a desarrollar obras de infraestructura en concreto como puentes.

Los puentes en madera fueron reemplazándose por puentes en concreto, construyéndose basándose en modelos tipo que se proponían en la época por entidades del orden nacional como el Fondo Nacional de Caminos Vecinales y el Ministerio de Obras Públicas. Aun a la fecha siguen todavía en pie muchos puentes en madera, principalmente de tipo peatonal, tanto en el casco urbano como en la zona rural del municipio y departamento.

Como parte de la transformación de puentes, se construyó el puente sobre el caño Danta hacia el año 1993, financiado y construido directamente por la Gobernación del Vaupés. Para esto último se encomendó el trabajo de construcción a la secretaria de obras públicas, la cual con personal de la planta administrativa y escasos equipos construyó dicho puente. Es por esto que no hay registros de memorias de diseños, ni planos, en el archivo central de la administración departamental que sirva como insumo al presente estudio.

Desde su fecha de construcción y hasta el día de hoy, no se ha tenido en cuenta esta estructura como muchas otras de este tipo, para realizar el mantenimiento preventivo por parte de

las administraciones departamentales y municipales. Lo anterior posiblemente a que el tránsito dentro del casco urbano de Mitú estaba conformado en un 90% por motocicletas; ya desde hace 10 años, se ha venido incrementando el parque automotor del municipio con la pavimentación de vías, lo que está generando un impacto sobre la resistencia y durabilidad del pavimento rígido construido y posiblemente ya esté afectando la estructura del puente.

En este sector aledaño al puente sobre el caño Danta, es donde se están presentando lesiones de consideración que están afectando la movilidad de peatones y vehículos, y que requieren de la atención de las autoridades locales para garantizar la seguridad, la comunicación y el bienestar de la comunidad.

5. Alcance y Limitaciones

El alcance del presente estudio corresponde al desarrollo de las etapas de historia clínica, diagnóstico y dos propuestas de intervención en un ámbito académico, a los componentes que conforman la estructura del puente sobre el caño Danta y las vías de aproximación, tanto en el costado norte como el costado sur en una longitud máxima de 50 m desde cada extremo de la placa del puente.

Se tiene como limitación para el desarrollo del presente estudio las condiciones particulares de la región en cuanto a comunicación con el centro del país y la nula oferta en el departamento para el acceso a tecnología suficiente para la realización de ensayos de mayor complejidad al paciente.

6. Metodología

6.1 Descripción de la Selección del Paciente.

El municipio de Mitú está viviendo un crecimiento de su economía, por la llegada de mayores recursos por parte del estado central desde el año 2012 a la fecha. Este crecimiento se ve reflejado en el incremento de su actividad comercial, aumento de la construcción de viviendas en mampostería confinada, y la llegada de vehículos pesados tipo camión sencillo (de dos ejes) que tenían una presencia mínima hace 10 años. Esto último está poniendo a prueba la infraestructura vial con que cuenta actualmente el casco urbano de Mitú, ya que generalmente el tránsito se limitaba a vehículos livianos, como motocicletas, automóviles y camionetas.

El sector de estudio, que comprende el puente sobre el caño Danta y sus vías de aproximación, requieren del estudio de sus componentes estructurales para determinar si estas nuevas condiciones de carga, han tenido alguna afectación a sus elementos estructurales, ya que preliminarmente un sector de las vías está presentando diferentes lesiones, que están generando restricciones en la movilidad por esta zona y este sector, que es de gran importancia, porque comunica los pobladores de las comunidades de Mituseño-Urania y barrio Palmeras con el centro del casco urbano del municipio de Mitú.

6.2 Preparación y Planteamiento del Estudio.

6.2.1 Inspección preliminar del paciente.

Se realizó una visita al sitio de localización del paciente, en donde se identificaron los componentes de la estructura del puente, tanto de la superestructura como la infraestructura. Además se realizó una revisión de cada una de las placas que hacen parte del alcance del presente estudio para tener una idea del estado actual del pavimento rígido.

6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.

Se realizó una visita al archivo de la gobernación de Vaupés, para conocer si se encontraba información relevante a la construcción del puente y de las vías aledañas, dando como resultado que no poseen información técnica ni jurídica del puente. De la construcción de las vías de aproximación se tiene referencia de la vía del costado norte del puente, la cual fue construida en el año 2009 como parte de un contrato de pavimentación del barrio Palmeras; de la vía sobre el costado sur del puente no se tiene información técnica.

Se realizaron entrevistas a personal técnico y profesional en el área de ingeniería civil que ha estado vinculado en el municipio con anterioridad, de estas entrevistas se pudo recopilar levantamientos topográficos realizados dentro de la zona del estudio, que hacen parte del archivo personal de topógrafos de la región y que amablemente fueron suministrados para el desarrollo del estudio. Estos planos contienen información sobre levantamiento del trazo de las vías y localización del puente, con curvas de nivel del caño Danta sobre el costado oriental del puente y otro con curvas de nivel sobre la franja occidental de la vía de aproximación del costado sur del puente.

Se realizó entrevista con el secretario de obras de la época en la cual se construyó el puente, quien realizó la descripción de cómo fue construido. El ingeniero menciona, que el puente se construyó en el año 1995. El diseño del puente fue tomado de un documento de aquella época, que corresponde a la cartilla de puentes del Fondo Nacional de Caminos Vecinales, y que fue construido por la Gobernación de Vaupés con personal que tenía a disposición la secretaria de obras bajo la dirección del secretario de obras públicas.

6.2.3 Permisos y autorizaciones para el estudio del paciente.

Actualmente las vías del casco urbano están a cargo de la alcaldía de Mitú, se radico oficio en la alcaldía municipal de Mitú, solicitándole al secretario de planeación municipal la autorización para el desarrollo del estudio, dando respuesta al requerimiento de manera afirmativa por parte de la secretaria de obras públicas mediante oficio 4470 de fecha 07 de octubre de 2019.

6.2.4 Definición del equipo de trabajo que realizará la exploración.

- Especialista en patología de la construcción, Ingeniero civil – Director del estudio. Encargado de la recopilación de información del paciente, inspección, medición, diagnóstico y propuesta de intervención.
- Especialista en patología de la construcción. Ingeniero civil, especialista en estructuras. Encargado de la inspección, medición, toma de ensayos destructivos y análisis estructural del paciente.
- Especialista en patología de la construcción. Ingeniero civil. Encargado de la inspección, medición y elaboración de presupuestos y cronograma de las intervenciones propuestas.
- Ayudantes. Para apoyo a las diferentes mediciones y apoques que se requieran.

6.2.5 Definición de los medios para realizar la exploración.

Realización de visitas de campo para la inspección de reconocimiento, identificación y toma de medidas, registro fotográfico, realización de fichas de calificación del paciente, ensayos destructivos y no destructivos. Revisión de documentos técnicos disponibles para constatar la fidelidad de lo construido.

6.3 Historia Clínica

6.3.1 Responsables del estudio.

Mario Alberto Pérez Mosos, Ingeniero civil – Estudiante de especialización en patología de la construcción - Director del estudio - encargado de la coordinación y ejecución de las labores de recopilación de información del paciente, inspección, medición, diagnóstico y propuesta de intervención.

Alexander Gomez Cassab, Ingeniero civil, Msc en estructuras – Estudiante de especialización en patología de la construcción - encargado de inspección, medición, toma de ensayos destructivos y análisis estructural del paciente.

Robinson Arley Rojas Claros, Ingeniero civil - Ingeniero civil – Estudiante de especialización en patología de la construcción - encargado inspección, medición y elaboración de presupuestos y cronograma de las intervenciones propuestas.

6.3.2 Fecha de realización del estudio.

El presente estudio se realizó en el período comprendido entre el 05 de agosto de 2019 y 11 de junio de 2020.

6.3.3 Datos generales del paciente.

6.3.3.1 Nombre.

Puente sobre el caño Danta y vías de aproximación en una longitud de 50 m sobre los costados norte y sur.

6.3.3.2 Localización (Departamento, municipio, vereda)

Departamento de Vaupés, municipio de Mitú, intersección de la avenida 15 con caño Danta, entre los barrios Palmeras y la Esperanza.

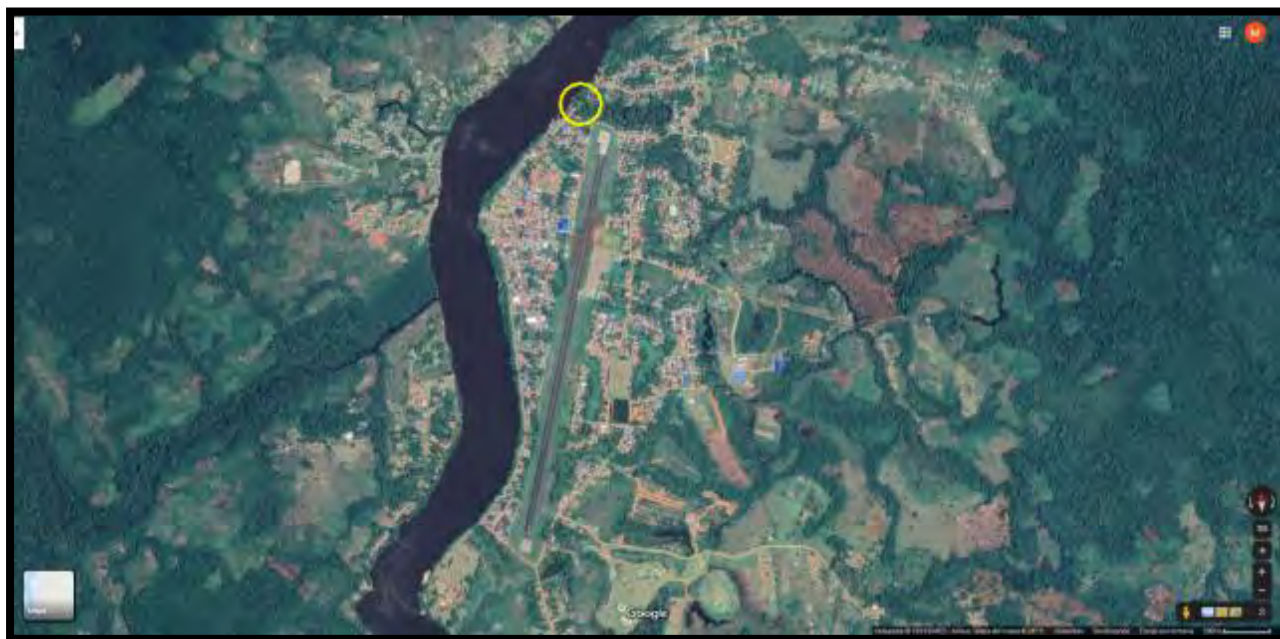


Figura 3. Mapa de localización. Casco urbano del municipio de Mitú y área de desarrollo estudio de patología, Adaptado de Google maps 2020

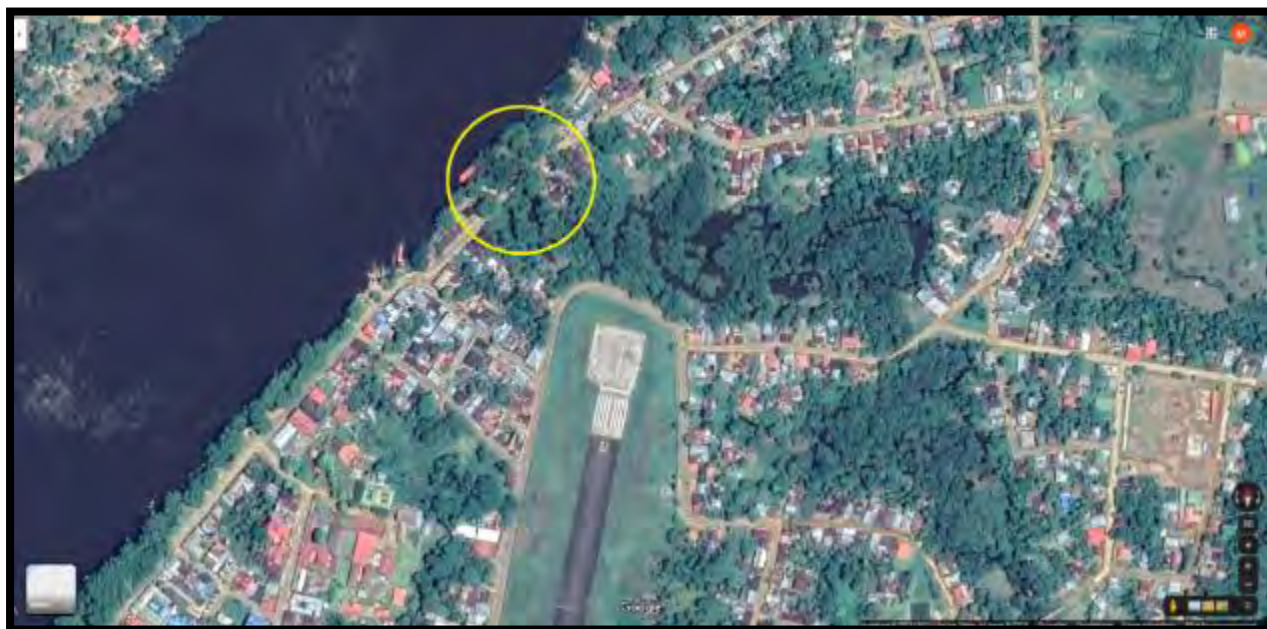


Figura 4. Mapa de localización. Acercamiento del área de desarrollo estudio de patología, Adaptado de Google maps 2020.

6.3.3.3 Uso.

Tránsito vehicular y peatonal.

6.3.3.4 Fecha de construcción.

Puente: año 1993.

Vía costado sur: año 2005, vía costado norte: año 2009.

6.3.3.5 Sistema constructivo.

De acuerdo con lo informado por personal técnico y profesional que trabajó en la construcción del puente y de las vías de aproximación, se pudo establecer lo siguiente:

Puente: Localización, replanteo y nivelaciones con equipo topográfico, excavaciones manuales y con retroexcavadora tipo “pajarita”. Armado de formaletas en madera, figurado y armado de hierros de forma manual, elaboración en sitio del concreto.

Vías: Localización, replanteo y nivelaciones con equipo topográfico de la modulación de placas, excavaciones manuales y con retroexcavadora tipo “pajarita”. Rellenos con recebo de la región compactado con vibro compactador. Armado de formaletas metálicas, figurado y armado de hierros de forma manual, elaboración en sitio del concreto y vaciado en losas, corte y sellado de juntas.

6.3.3.6 Técnica constructiva.

Puente: Concretos elaborados en sitio con mezcladora y otros medios mecánicos, aceros figurados en sitio, uso de formaletas en madera elaboradas en sitio.

Vías: Concretos elaborados en sitio con mezcladora, aceros figurados en sitio, uso de formaletas metálicas.

6.3.3.7 Uso actual y previsto del sector.

De acuerdo a lo evidenciado en el esquema de ordenamiento territorial vigente del municipio de Mitú, el sector tiene norma de uso residencial. Pero actualmente en el sector se presenta un puerto fluvial, zona de acopio de materiales de cantera extraídos del río Vaupés, establecimientos comerciales que indica la presencia y aumento del comercio en el sector.

6.3.3.8 Importancia del paciente.

El paciente es el principal medio de comunicación para los pobladores del barrio Palmeras y de la comunidad de Mituseño –Urania, ya que acorta sustancialmente el tiempo de recorrido entre este sector y el centro administrativo y comercial de Mitú. Además, es paso obligado en la ruta a una de las atracciones ecoturísticas del municipio, conocida como “Las cuevas de Urania”, denominada así, por la presencia de cuevas en formaciones rocosas de gran tamaño, donde también se puede apreciar la majestuosidad de la selva amazónica desde un mirador natural en la comunidad de Mituseño-urania.

Sumado a lo anterior el sector norte del municipio se está convirtiendo en el punto de llegada de pobladores de diferentes comunidades indígenas de la zona rural, que buscan crear una vivienda cerca al casco urbano de Mitú y hacen uso de esta infraestructura para su comunicación con el resto del municipio.

6.3.3.9 Sistema estructural.

Puente de losa y vigas en concreto reforzado, simplemente apoyadas sobre estribos en concreto.

Vías construidas por medio de losas en pavimento rígido.

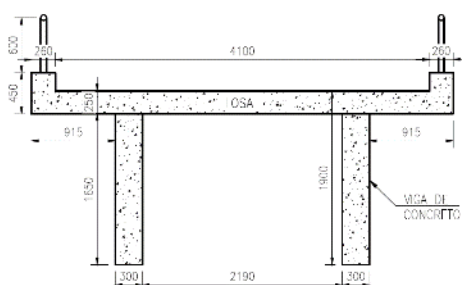
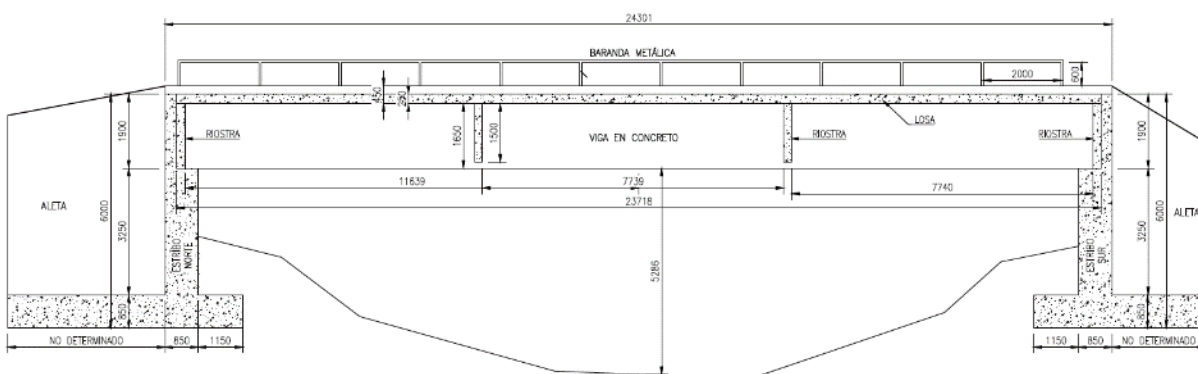
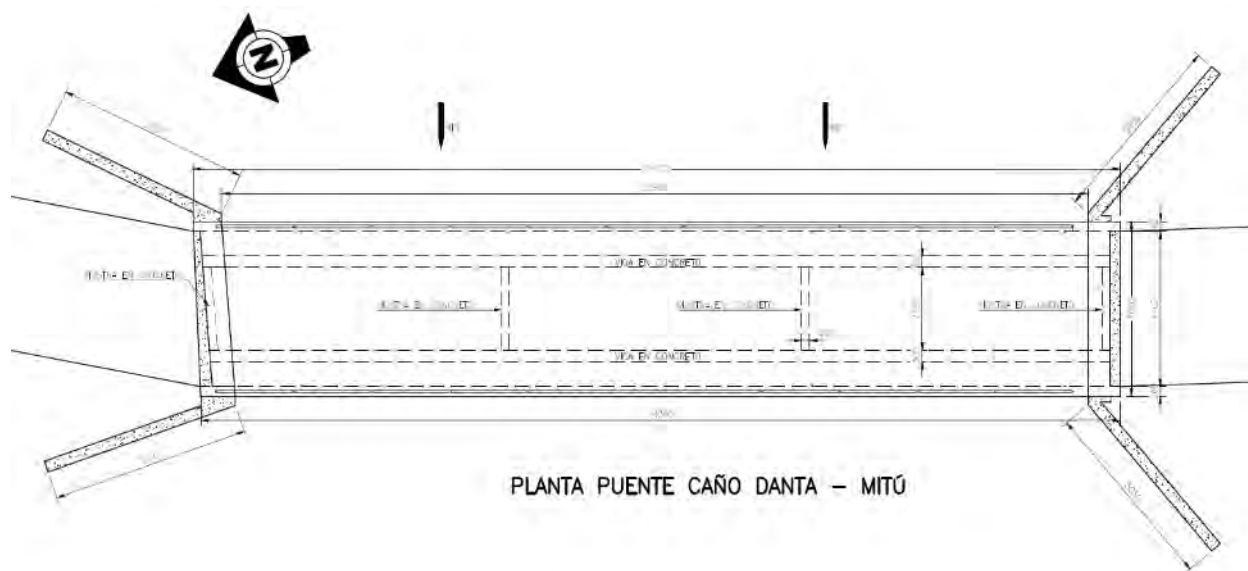


Figura 5. Vistas del plano de levantamiento realizado al paciente

6.3.3.10 Normativa actual que lo rige.

- Ley 400 de agosto 19 de 1997, por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente – NSR- 10, Decreto 926 de 2010, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Norma Colombiana de Diseño Sísmico de Puentes – CCP-14.
- Manual de diseño geométrico de vías – INVIAS – 2008
- Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. – Instituto Colombiano de Productores de Cemento. - ICPC, Ministerio de Transporte, INVIAS, 2008.
- Resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004 del Ministerio de Transporte. Por medio del cual se adoptan los límites de peso y dimensiones de vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera.
- Manual de Normas de Ensayo de Materiales para carreteras – INVIAS 2012
- Esquema de Ordenamiento territorial de Mitú EOT, adoptado mediante acuerdo municipal 008 del 30 de mayo de 2005.

6.3.4 En la edificación y/o construcción civil.

6.3.4.1 Tipo de cimentación.

Para este tipo de paciente la cimentación está conformada por la infraestructura del puente que consta de estribos en concreto reforzado. Estos estribos tienen las siguientes dimensiones de acuerdo a las medidas obtenidas en campo.

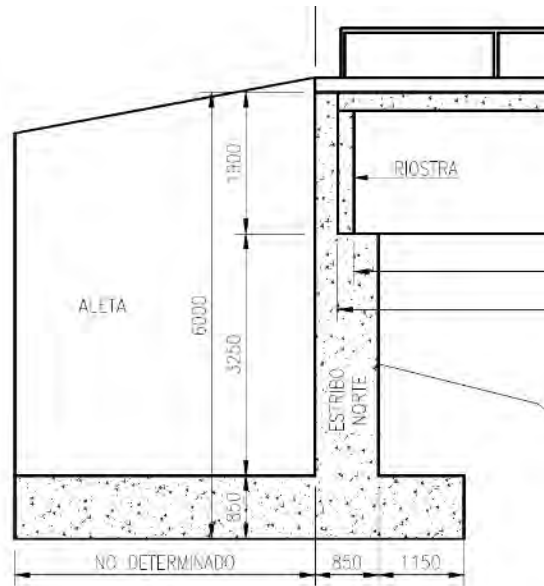


Figura 6. Dimensiones del tipo de cimentación del plano de levantamiento realizado al paciente por el equipo de trabajo del presente estudio

6.3.4.2 Altura.

La altura efectiva desde la parte inferior de la superestructura hasta al fondo del lecho del caño Danta es de 5,29 m.

6.3.4.3 Área (número de pisos).

El paciente corresponde a un tipo de estructura horizontal, así que no aplica el número de pisos para determinar el área. Se determina el área horizontal correspondiente al tablero de la superestructura del puente sumado al área de pavimento rígido que se toma como aproximación al puente, y que está dentro del alcance del presente estudio.

El área corresponde a:

$$\text{Tablero puente} = 24,40 \text{ m} \times 4.10 \text{ m} = 100.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Vía de aproximación Norte} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Vía de aproximación Sur} = 50 \text{ m}$$

6.3.4.4 Estado general de construcción.

El puente es la obra que más tiempo de construcción tiene, 26 años de haberse construido, y de acuerdo con la investigación de campo y entrevistas realizadas a funcionarios de la Gobernación, Alcaldía municipal y personal que trabajó en la construcción de estas obras, la construcción tanto del puente como de las vías de aproximación no presenta evidencias de la realización de ningún tipo de mantenimiento o intervención para el mejoramiento o adecuación de su infraestructura desde su construcción.

6.3.4.5 Fidelidad de los planos.

Como se mencionó anteriormente, según información del ingeniero encargado de la construcción del puente, este fue construido como una implantación de un modelo de puente contenido en la cartilla para construcción de puentes del Fondo Nacional de Caminos Vecinales.

Se realizó un plano digital con el levantamiento de las dimensiones tomadas en campo por el equipo de profesionales que realizan el presente estudio.

Dentro de la investigación realizada, se tuvo acceso a tres (3) diferentes cartillas sobre modelos de puentes que se usaban en la época de construcción; la primera es del año 1988, del Ministerio de Obras Públicas y Transporte – MOPT, denominada “Reglamento Técnico General de Obras Viales - tomo VI”, la segunda es de modelos de puente de la secretaria de obras de la Gobernación de Antioquia de 1972, y finalmente la tercera corresponde a “modelo de puentes para una sola vía” del Fondo Nacional de Caminos Vecinales de 1976; con base a esta información se hizo una revisión del modelo de puentes para placa y vigas que corresponde al puente construido, para una longitud de 24 m, encontrándose que en la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales de 1976, se encuentra una especificación para este tipo.

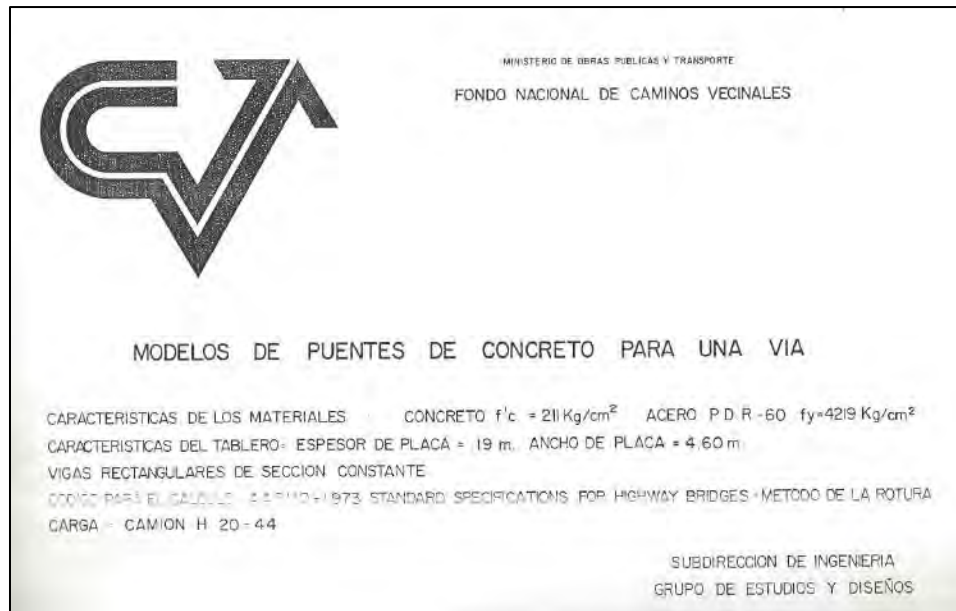


Figura 7. Portada de la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales

Lo indicado en los planos de dicha cartilla tiene similitudes respecto a lo construido, ya que el modelo descrito tiene una sección de estructura con dimensiones similares a las encontradas y que se pueden apreciar en la figura 8. La diferencia en dimensiones puede tener como causa un deficiente armado de formaleas y debilidad en calidad de mano de obra constructiva.

Un aspecto que tiene diferencia con lo construido, corresponde al tipo de baranda, ya que en los planos modelos no hay especificación de tipo de baranda y en el paciente se encuentra instalada una baranda en tubería de acero embebida en el concreto.

Finalmente, el modelo de puente cuenta con detalles constructivos para los drenajes que diferencian de lo construido y verificado en campo para el puente sobre el caño Danta, el cual cuenta con drenajes de 2" en PVC y la especificación indica que son en 4" acompañados de una rejilla.

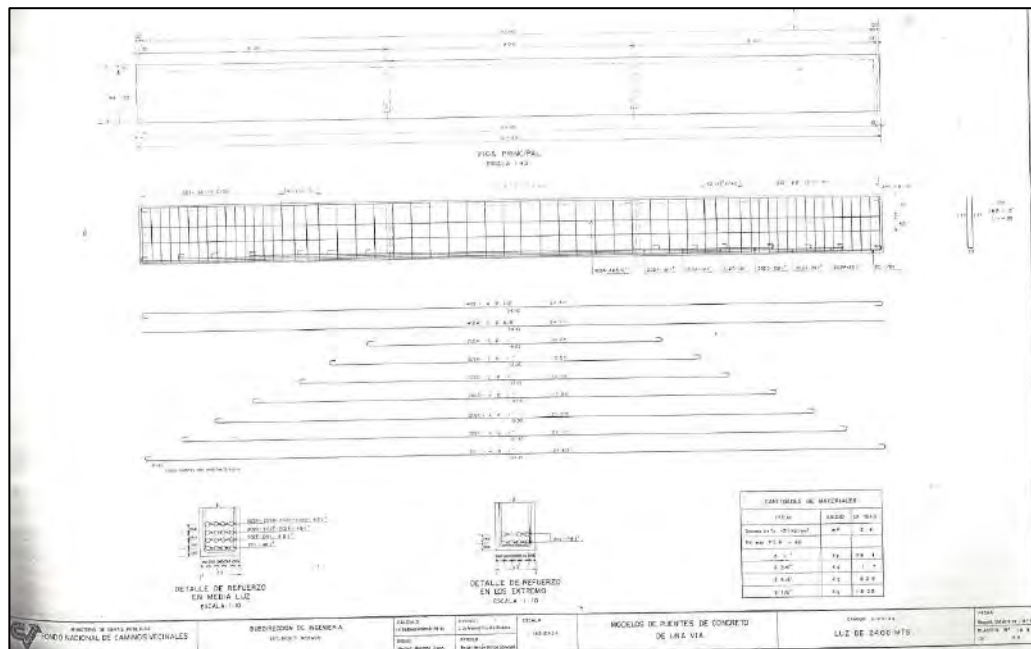
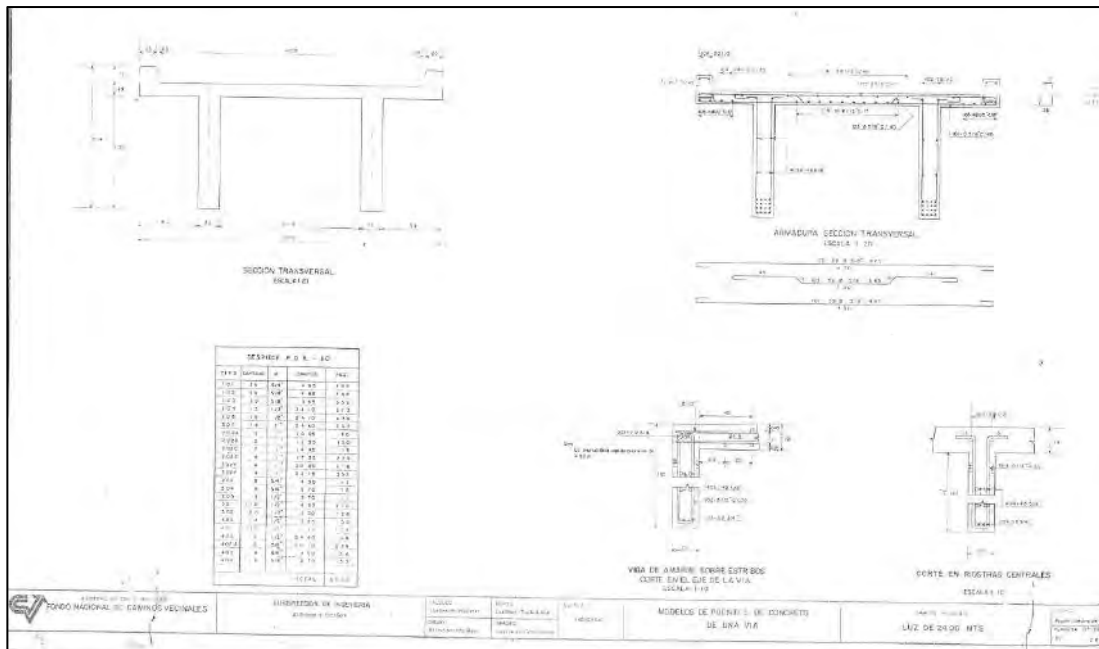


Figura 8. Plancha del puente tipo de L=24 m. Adaptado da de la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales 1976

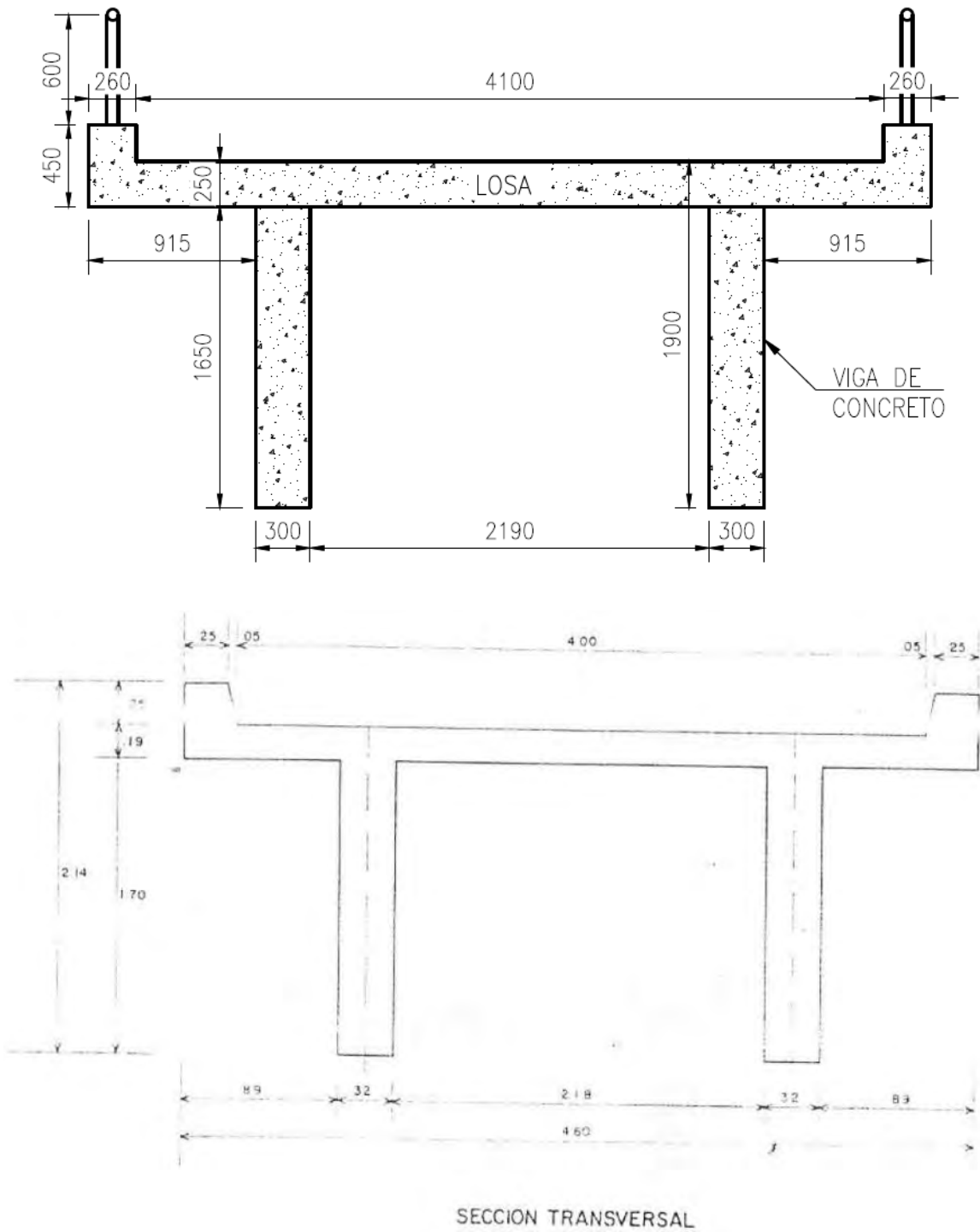


Figura 9. Comparación de sección transversal del puente. Arriba, puente construido. Abajo, sección adaptada de la plancha de la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales 1976.

En cuanto a planos de vías, no se encontró información de diseño, ni planos record en el archivo central de la Gobernación. En entrevista con un topógrafo que trabajo en una de las obras de pavimentación del barrio Palmeras, facilitó un plano en archivo magnético en donde se encontraba la modulación de las losas.

Revisando lo medido en campo con el plano facilitado, la modulación de las placas tiene algunas diferencias en dimensiones pero en general conserva el estilo de la modulación de losas. No se encontraron planos que detallen el perfil de la estructura de la vía.

6.3.4.6 Constatación del estado del paciente.

Para constatar el estado actual del paciente, se realizó una visita de inspección visual, de identificación de componentes de la estructura y la medición de elementos estructurales del paciente.

En esta inspección se pudo constatar el desgaste generalizado que tiene la superficie de la losa y la presencia de juntas frías mal construidas y hormigoneos en las vigas y riostras de la superestructura. Hay exposición de acero de refuerzo en la placa. La viga izquierda tiene una grieta por cortante a 2m de su terminación en el estribo norte.

Por la falta de mantenimiento, el puente presenta en las aletas de los estribos presencia de suciedades y organismos vegetales.

A continuación, se presentan las imágenes de lo encontrado en la visita de campo:

Puente



Puente sobre el caño Danta



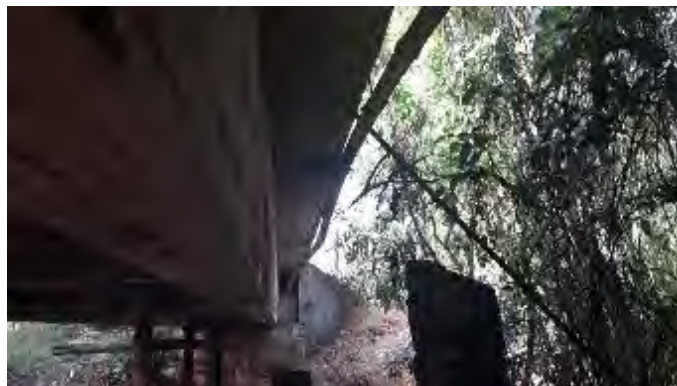
Costado oriental del puente sobre el caño danta. Se aprecia la viga principal, la aleta y barandas.



Imagen tomada desde el estribo sur. Se aprecia las vigas principales de 1.65 x .30m, riostras de 1.50m



Viga principal occidental, placa y baranda. Hay presencia de lesiones de tipo biológico en las paredes de la placa y hormigoneo en algunos sectores de la viga y construcción inadecuada de juntas frías.



Viga principal oriental. Se evidencia hormigoneo y construcción inadecuada de juntas frías en algunos sectores de la viga.

Figura 10. Tipo de puente constatado en la inspección de campo



Detalle de llegada de vigas a estribos norte y sur. Se evidencia que las vigas principales descansan directamente sobre los estribos. No hay presencia de apoyos.



Remate de viga principal occidental sobre el estribo. Se evidencia hormigoneo y exposición del acero de refuerzo y construcción inadecuada de juntas frías.



Detalle de la lesión por hormigoneo y exposición del acero de refuerzo.



Remate de viga principal occidental sobre el estribo. Se evidencia hormigoneo y exposición del acero de refuerzo y construcción inadecuada de juntas frías.



Detalle donde se observa agrietamiento de la viga occidental. La lesión es evidente en las dos caras verticales de la viga.

Figura 11. Imágenes que ilustran el estado de vigas y estribos del puente constatado en la inspección de campo



Aleta noroccidental. No se evidencia presencia de fisuras. Tiene presencia de lesiones por suciedades y presencia de musgos y hongos.



Aleta nororiental. No se evidencia presencia de fisuras. Tiene presencia de lesiones por suciedades y presencia de musgos y hongos.



Aleta suroccidental. Se presenta una abertura en la junta con el muro del estribo de 1cm. Tiene presencia de lesiones por suciedades y presencia de musgos y material vegetal



Aleta suroriental. No se evidencia presencia de fisuras. Tiene presencia de lesiones por suciedades y presencia de musgos y hongos.

Figura 12. Imágenes que ilustran el estado de las aletas del puente constatado en la inspección de campo

Zona de aproximación norte:



Zona de aproximación costado norte del puente. Construida en placas de concreto simple.



Zona de aproximación costado norte del puente. Las placas que rematan en el puente s encuentran fisuradas en sentido longitudinal y transversal al eje de la vía. No hay junta de expansión entre las placas y el puente.

Figura 13. Imágenes que ilustran el estado de la zona de aproximación norte en pavimento rígido constatado en la inspección de campo

Zona de aproximación sur:



Zona de aproximación costado sur del puente. Las placas que rematan en el puente presentan hundimiento y se encuentran fisuradas en sentido longitudinal y transversal al eje de la vía. No hay junta de expansión entre las placas y el puente.



Zona de aproximación costado sur del puente. Sobre las placas izquierdas de la vía se presentan lesiones por agrietamiento en el sentido longitudinal a la vía y hundimiento de estas.

Figura 14. Imágenes que ilustran el estado de la zona de aproximación sur en pavimento rígido constatado en la inspección de campo

6.3.5 Aplicación patológica.

Con base en el tiempo que lleva construido el puente y las vías, la aplicación patológica se considera de tipo geriátrica.

6.3.6 Datos específicos de las lesiones.

6.3.6.1 Afectaciones.

Para determinar el tipo de afectaciones que presenta el paciente se tomó como base el procedimiento establecido en los manuales de inspección de puentes y vías en pavimento rígido del Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Estos manuales cuentan con un listado del tipo de lesiones que se presentan en estructuras de puentes y vías, que tiene correspondencia con lesiones encontradas en el paciente y con la cual, se basó el equipo de profesionales para determinar las afectaciones al paciente en campo.

6.3.6.2 Localización y levantamiento de daños.

Esta actividad se realizó con base en la metodología establecida en los manuales de inspección del INVIAS anteriormente mencionados. Se generó un modelo de ficha de levantamiento y de calificación de daños acorde, tanto para el puente como para las vías de aproximación en pavimento rígido, en la cual se registró cada una de las lesiones encontradas, con su respectiva localización en la estructura. Lo anterior se evidencia en las siguientes imágenes y en los anexos 1 y 2 del presente estudio.

FORMATO PARA LA INSPECCION VISUAL DE PUENTES Y PONTONES*

TITULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá
 ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos
 Alexander Gómez Cassab
 Robinson Arley Rojas Claros

FECHA: 01 09 2019
 HOJA: 1 DE 1

MANTENIMIENTO INTEGRAL: ☐ VIA EN CONCESIÓN: ☐ GRUPO ADM. ☐ VIAL: ☐

ID.	PR. DEL PUENTE				
	NOMBRE DEL PUENTE	Puente sobre el caño Danta			
	OBSTÁCULO QUE SALVA	Caño	ESVIAJAMIENTO		
	TIPO DE PUENTE	LONGITUDINAL	01	TRANSVERSAL	01

DIMENSIONES GENERALES (m)			
LONGITUD TOTAL	24,30	No. DE LUCES	1
ANCHO	4,62	GÁLIBO	5,29

ELEMENTO				REGISTRO DE DAÑOS												OBSERVACIONES								
SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS	SUPERFICIE DEL PUENTE Y ACCESOS			Superficie						Otros						Desintegración- DI alta en toda la superficie de la losa, evidencia de agregado expuesto.								
	Tipo: 02			DI	18	150800																		
	JUNTAS DE EXPANSIÓN			Sello			Perfiles			Guardacantos			Otros			El puente no cuenta con juntas de expansión								
	Tipo: 00												E - S	1504705 - 1504716										
	ANDENES / BORDILLOS			Desportillamiento			Acero expuesto			Dim. Insuficiente			Otros			Lesiones por presencia de organismos vegetales								
	Dimensiones: 0,26x0,25			CD - Cl	0.3	150400 - 150733			CD	0.3	150320									CD - Cl	24.3	172445		
	BARANDAS			Pintura			Postes			Pasamanos			Otros			Baranda: en tubería hf de 2 1/2", sin pintura. Pérdida en el CD en la abscisa 24. Ausencia de pintura - AUP y Ausencia del elemento - AUE.								
	Material: 03			AC	AUP	24	150830			CD	AUE	0.6	150830							CD	AUE	2	150830	
ILUMINACIÓN			Existencia															No existe sistema de iluminación						
SEÑALIZACIÓN			Horizontal			Vertical			Reductores			Otros			No existe ningún tipo de señalización									
DRENAJES			Taponamiento			Ausencia			Long. Insuficiente			Otros			Drenajes en tubería de PVC de 2 1/2" en ambos costados, 4 por cada costado. Taponados en el CD.									
			CD			150950 - 150740																		
SUBESTRUCTURA	ALETAS			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			Junta fría - JF. Contaminación del Concreto - CTC - . Presencia de lesiones por suciedades y organismos vegetales en Todas las Aletas - TA. Presencia de insectos y tubo pvc de 4" fuera de servicio, inserto en Aleta Derecha Norte y Sur- ADN - ADS								
	Material: 03						ADS	JF	6	150401 - 150400			TA	CTC	20					150401 - 150400 - 172705			ADN - ADS	-
	ESTRIBOS			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			Figura a cortante - FIC. Presencia de insectos y Tubo pvc de 4" AP en servicio, inserto en costado derecho del Estribo Norte - EN								
	Material: 03			ES	FIC	2	154734								EN					-	171824			
PILAS			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			El puente es de un sola luz, no cuenta con pilas.									
Tipo: Sección:																								
SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO	LOSA			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			Cara Interna Derecha de la losa - CID. Presencia de lesiones por suciedades y organismos vegetales en Cara Vertical - CV derecha e izquierda								
	Tipo: 04						CID	RE - EXA	0.3	171833										CV	CTC	12	171811	
	VIGAS			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			Hormigoneo, fisura por cortante, construcción inadecuada de junta fría								
	Tipo: 01 Sección: 01						VI	HO - FIC - JF	2	172540 - 172539 - 172538 - 172537														
	RIOSTRAS			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			construcción inadecuada de Junta Fria - JF en riostras 01 y 04. Hormigoneo - HO en riostra 03. Lesión por presencia de organismos animales.								
							R1 - R4 - R2	JF - HO		170330 - 150401 - 150400										R1		150400		
	APOYOS			Desplazamiento			Descomposición			Deformación			Otros			No hay apoyos, las vigas descansan directamente sobre los estribos.								
	Tipo: 00																							
ARCOS (CONCRETO/ MAMPOSTERÍA)			Diseño			Construcción			Funcionamiento			Otros			N/A									
Material:																								
SUPERESTRUCTURA METÁLICA	ARCOS METÁLICOS			Arco izquierdo			Arco derecho			Arriostro/ lateral			Otros			N/A								
	PERFILES METÁLICOS			Vigas			Largueros			Diafragmas			Otros			N/A								
	Tipo:																							
	ARMADURAS			Cordones			Montantes			Diagonales			Otros			N/A								
	Tipo:																							
	CONEXIONES			Con soldadura			Con conectores			Con pasadores			Otros			N/A								
CABLE/PENDOLONES /TORRES			Cables			Pendolones			Torres			Otros			N/A									
OTROS	ACCESO PEATONAL (ESCALERA/RAMPA)			Peldaños/Losa			Viga guialdera			Barandas			Otros											
	OTROS ELEMENTOS																							
Tipo:																		Presenta importantes cambios de nivel de aguas durante el año, presenandose el pico en el mes de junio. No se conocen reportes de inundaciones o crecientes por encima del nivel de tablero.						
CAUCE																								
PUENTE EN GENERAL			No presenta lesiones de consideración en sus elementos estructurales. Requiere de mantenimiento general e intervenciones a las lesiones evidenciadas.																					

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

Figura 15. Detalle del formato de inspección visual de puentes diligenciado para el paciente

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPES

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

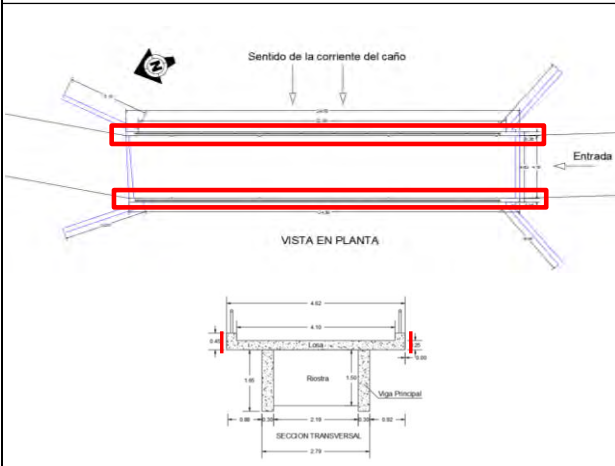
ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 8 DE 10

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassa
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE:	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:	L.TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO	ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES							
PARTE DEL PUENTE:		SUPERESTRUCTURA					
ELEMENTO:	Losa	TIPO:	Maciza	MATERIAL:	Concreto reforzado		
LOCALIZACIÓN:	Cara interna, costado derecho - CID			TIPO DE LESIÓN:	RE - EXA	Recubrimiento inadecuado - Exposición del acero	
LOCALIZACIÓN:	Cara vertical - CV derecha e izquierda			TIPO DE LESIÓN:	CTC	Organismos vegetales y suciedades	
LOCALIZACIÓN:				TIPO DE LESIÓN:			
							
Esquema de localización de la lesión - RE y EXA				Imagen No. 171853. Acero de refuerzo a la vista bajo placa.			
							
Esquema de localización de la lesión - CTC				Imagen No. 171911. Suciedades y capa vegetal a lo largo de toda la cara vertical de la losa			

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

Figura 16. Detalle de la ficha de calificación elaborada para la inspección del puente

FICHA DE CALIFICACIÓN DE VIAS EN PAVIMENTO RÍGIDO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VÍAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS
SEDE: Bogotá
ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos
 Alexander Gómez Cassab
 Robinson Arley Rojas Claros
FECHA: 09 9 19
HOJA: 9 DE 15

TIPO DE VÍA	VÍA URBANA	TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO RÍGIDO EN CONCRETO SIMPLE		
LOCALIZACIÓN:	VÍA DE APROXIMACIÓN AL PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA ENTRE BARRIOS LA ESPERANZA Y PALMERAS	MUNICIPIO	MITÚ	DEPARTAMENTO	VAUPÉS

REGISTRO DE LESIONES															
PLACA	#	10	LETRA	I	DIMENSIONES	LARGO	3.5	ANCHO	2.65	ESPESOR	0.15				
TIPO DE LESIÓN:					SEVERIDAD:			TIPO DE LESIÓN:				SEVERIDAD:			
					BAJA	MEDIA	ALTA					BAJA	MEDIA	ALTA	
	GL	Grietas longitudinales							BOT-BOL	Bombeo					
	GT	Grietas transversales							ON	Ondulaciones					
	GE	Grietas de esquina							DB	Descenso de la berma					
	GP	Grietas en los extremos de los pasadores							SB	Separación entre berma y pavimento					
X	GB	Grietas en bloque o multiples						X	LOCALIZACIÓN: 						
	GA	Grietas en pozos o sumideros													
	SJ	Separación de juntas													
	DST-DSL	Deficiencias de sellado													
	DPT-DPL	Desportillamiento													
	DE	Descascaramientos													
X	PU	Pulimento						X							
	DI	Desintegración													
X	CE	Cabezas duras						X							
	EJ	Escalonamiento de juntas													
	LET-LEL	Levantamiento localizado													
	PCHA-PCHC	Parches													
X	HU	Hundimientos o asentamientos						X							
	FR	Fisuramiento por retracción (tipo malla)													
	FT	Fisuras ligeras por aparición temprana													
	FD	Fisuración por durabilidad													



Imagen No. 10IL. Grietas en bloque, longitudinales que se prolongan en placas aledañas. Cercano a la zona de hundimiento de las placas no se evidencia drenaje.



Imagen No. 10IT. Se evidencia un hundimiento hacia el borde izquierdo de la placa.

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección de pavimento rígido del INVIAS (2006)

Figura 17. Detalle de la ficha de calificación elaborada para la inspección de las vías de aproximación

FORMATO DE INSPECCIÓN DE VÍAS EN PAVIMENTO RÍGIDO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VÍAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

Alexander Gómez Cassab

Robinson Arley Rojas Claros

FECHA: 9 9 19

HOJA: 1 DE 1

TIPO DE VÍA	VÍA URBANA				TIPO DE PAVIMENTO		PAVIMENTO RÍGIDO EN CONCRETO SIMPLE					
LOCALIZACIÓN:	VÍA DE APROXIMACIÓN AL PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA, ENTRE BARRIOS LA ESPERANZA Y PALMERAS				MUNICIPIO	MITÚ		DEPARTAMENTO	VAUPÉS			
ABSCISA	No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		TIPO	SEVER	DAÑO		REPARACION		IMAGEN	ACLARACIONES
	#	LETRA	LARGO	ANCHO			LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO		
	16	I	4.54	2.05	GB	A	4.54	2.05			16IT	Se presenta hundimiento - HU
	16	D	3.48	2.05	GB	A	3.48	2.05			16DT	Se presenta hundimiento - HU
	15	I	3.40	2.11	GB	A	3.40	2.11			15IT	Se presenta hundimiento - HU
	15	D	3.40	2.11	GB	A	3.40	2.11			15DT	Se presenta hundimiento - HU
	14	I	3.50	2.22	GB	A	3.50	2.22			14IT	Se presenta hundimiento - HU
	14	D	3.50	2.22								
	13	I	3.50	2.14	GB	A	3.50	2.14			13IT	Se presenta hundimiento - HU
	13	D	3.50	2.14								
	12	I	3.54	2.25	GB	A	3.54	2.25			12IT	Se presenta hundimiento - HU
	12	D	3.54	2.25								
	11	I	3.54	2.55	GL	A	3.54	0.02			11IT	Se presenta hundimiento - HU
	11	D	3.54	2.55								
	10	I	3.50	2.65	GB	A	3.50	2.65			10IT	Se presenta hundimiento - HU
	10	D	3.50	2.65								
	9	I	3.54	2.74								
	9	D	3.54	2.74								
	8	I	3.54	2.80	GE	M	1.9	0.02			08IT	Se presenta levantamiento - LET
	8	D	3.54	2.80								
	7	I	3.48	2.92	GB	A	3.48	2.92			07IT	
	7	D	3.48	2.92								
	6	I	3.50	3.02	GL	A	3.5	0.01			06IT	
	6	D	3.50	3.02								
	5	I	3.54	3.10	GB	A	3.54	3.10			05IT	
	5	D	3.54	3.10								
	4	I	3.46	3.20	GB	A	3.46	3.20			04IT	
	4	D	3.46	3.20								
	3	I	3.54	3.31	GB	A	3.54	3.31			03IT	
	3	D	3.54	3.31								
	2	I	3.60	3.44	GE	M	2	0.01			02IT	
	2	D	3.60	3.44								
	1	I	3.54	3.50	DPT	B	0.2	0.03			01IT	
	1	D	3.54	3.50								

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección de pavimento rígido del INVIAS (2006)

Figura 18. Detalle del formato elaborado para la inspección de las vías de aproximación

6.3.6.3 Evaluación física, mecánica y composición estructura del concreto y/o materiales.

Se realizó la inspección de la calidad del concreto, material predominante en el paciente, por medio de ensayos destructivos y no destructivos como son: esclerometría, toma de núcleos, potencial de carbonatación por medio de aplicación de reactivo de fenolftaleína e inspección de aceros de refuerzo por medio de scanner en los diferentes componentes de la estructura del puente.

6.3.7 Datos generales del entorno.

6.3.7.1 Edificaciones u obras vecinas.

El paciente se encuentra ubicado en la vía que se traza paralela a la margen derecha del río Vaupés. Por el costado occidental, se localiza la zona de protección ambiental del río en un ancho de 20 m, en donde pobladores del municipio han ubicado sitios de acopio de materiales de cantera que son extraídos del río de forma artesanal, y transportados hasta el sitio en embarcaciones de madera de gran tamaño. Por el costado oriental se encuentran viviendas familiares de un (1) piso construidas en madera y cubierta en teja de zinc.

6.3.7.2 Medio ambiente .

El paciente se encuentra ubicado en el municipio de Mitú, el cual a su vez se encuentra localizado en su totalidad dentro de la selva amazónica colombiana, en una zona declarada como "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General" según el artículo 1 de la Ley 2 de 1959 (Concejo municipal de Mitú [CONCEJO], 2005).

Tiene una temperatura que excede los 24 °C, con elevaciones entre 200 y 400 m.s.n.m, de alta precipitación y humedad.

El río Vaupés es el más importante dentro del municipio de Mitú, su ancho es variable, alcanzando en algunos sectores una amplitud promedio de 250 m. Tiene un caudal mínimo en el mes de enero de 331.2 m³/seg. y máximo en julio de 2.506 m³/seg. A lo largo del río se presentan raudales, que se conocen comúnmente como “cachiveras”, causadas por fracturas antiguas del basamento y que restringen la navegación de grandes embarcaciones, especialmente durante el verano (CONCEJO, 2005).

Mitú tiene la característica especial de poseer una gran biodiversidad, tanto de flora como de fauna silvestre e hidrobiológica. La vegetación está conformada por bosques naturales densos, bosques bajos de sabanas, sabanas arbustivas, y en mínima proporción por sabanas de gramíneas. El recurso flora es aprovechado por las comunidades indígenas y la población local, con distintos fines como alimento, medicina, suministro de madera para cocción, suministro de madera para construcción de viviendas e infraestructura, suministro de madera y otros productos para la elaboración de artesanías, entre otras (CONCEJO, 2005).

El municipio de Mitú tiene el privilegio de contar con una de las faunas más variadas del mundo de las cuales un gran número son aprovechados por las comunidades indígenas y la población local con distintos fines como alimento, para actos rituales y de decoración en los actos culturales tradicionales indígenas, medicina y en otros casos especiales en la fabricación de instrumentos musicales (CONCEJO, 2005).

6.3.7.3 Temperatura.

La temperatura promedio es de 25.7°C, distribuyéndose en el año en un periodo de mayor temperatura que se presenta entre los meses de octubre a abril y un periodo de menor temperatura entre mayo y septiembre. Usualmente la temperatura en Mitú está por encima de los niveles de

confort, aunque en la noche puede bajar la temperatura por debajo de los niveles de confort térmico para el ser humano. Esto ocurre usualmente cuando suben vientos fríos durante el invierno austral. (CONCEJO, 2005).

6.3.7.4 Precipitaciones.

Ya que el municipio de Mitú se encuentra ubicado en una zona de bosque húmedo tropical, presenta altos niveles de precipitación. El esquema de ordenamiento territorial – EOT del municipio de Mitú, describe:

El promedio de precipitación mensual oscila entre de 143.6 mm/mes en enero y 515 mm/mes en julio, con un periodo de mayor precipitación que se extiende desde abril hasta agosto, siendo mayo (424,1 mm) y julio (400.8 mm) los meses más lluviosos con un promedio de 22 días/mes de lluvia, enero (168.7 mm) es el mes menos lluvioso con un promedio de 12 días/mes de lluvia. (CONCEJO, 2005, p.84).

7. Resultados

7.1 Calificación De La Estructura.

El análisis y evaluación de la estructura en general se realizó por medio del diligenciamiento de formatos basados en el manual de inspección de puentes y vías en pavimento rígido del INVIAS. En dicho análisis se determinó el tipo de lesión encontrada en cada uno de los elementos estructurales del paciente, la severidad y si fue una causa directa o indirecta.

En la ficha resumen de calificación de lesiones, fichas de calificación de vías en pavimento rígido y fichas de calificación de puentes y pontones en concreto, que se presentan en los anexos 1 a 3 del documento, se encuentra la calificación establecida para cada una de las lesiones encontradas.

7.2 Clasificación Y Origen De Las Patologías.

Del análisis realizado se concluye que las lesiones más frecuentes en los componentes estructurales del paciente son de tipo mecánico, de severidad alta y ocasionadas a causa de un débil proceso constructivo.

COMPONENTE		TIPO DE LESIÓN				SEVERIDAD			TIPO DE CAUSA							DESCRIPCIÓN DEL ORIGEN DE LA CAUSA DE LA LESIÓN	
		FÍSICA	MECÁNICA	QUÍMICA	BIOLÓGICA	ALTA	MEDIA	BAJA	DIRECTA				INDIRECTA				
									FÍSICA	MECÁNICA	QUÍMICA	BIOLÓGICA	POR DISEÑO	POR CONSTRUCCIÓN	POR FUNCIONAMIENTO		
1	SUPERFICIE DEL PUENTE		X			X									X	Desgaste producido por efecto abrasivo del tránsito de vehículos durante sus 20 años de operación.	
2	JUNTAS DE EXPANSIÓN		X			X									X	En la ejecución de las obras no se tuvieron en cuenta la construcción de juntas.	
3	ANDENES Y BORDILLO		X					X								X	Desportillamiento ocasionado por agente antrópico.
					X	X						X					Presencia de organismos vegetales por acumulación, falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.
4	BARANDAS		X			X									X		No hay evidencia de haberse aplicado pintura en la baranda.
			X													X	falta un tramo de baranda por acción antrópica
5	ILUMINACIÓN						X							X			No hay evidencia de instalación de redes de cableado, equipos y mobiliario para el sistema de iluminación, necesaria por estar en zona urbana.
6	SEÑALIZACIÓN						X							X			Nunca se ha realizada señalización del puente. Sucede con la mayoría de infraestructura vial del casco urbano del municipio.
7	DRENAJES		X													X	Falta de limpieza de los drenajes existentes.
8	ALETAS		X			X									X		Acabados de juntas mal terminados en el proceso de construcción
					X	X							X				Presencia de organismos vegetales por acumulación, falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.
9	ESTRIBOS		X				X								X		Grieta vertical ocasionada por mal procedimiento constructivo.
					X		X					X					Presencia de organismos animales por falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.
10	LOSA			X			X				X				X		Falta de recubrimiento de acero, ocasiona su exposición al medio ambiente el cual le genera corrosión.
					X			X				X					Presencia de organismos vegetales por acumulación, falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.
11	VIGAS		X					X							X		Hormigoneo causado por deficiencias en el vibrado del concreto. Se presenta en un sector puntal de la viga.
			X				X								X		Junta fría construida de forma inadecuada causada por deficiencias constructivas.
			X			X				X							Grieta por cortante. Inactiva.
12	RIOSTRAS		X				X								X		Junta fría construida de forma inadecuada causada por deficiencias constructivas.
			X					X							X		Hormigoneo causado por deficiencias en el vibrado del concreto. Se presenta en un sector puntal de la riostra.
13	APOYOS														X		No hay apoyos de soporte entre la viga y estribos. No se presenta lesión en la estructura
14	PLACAS DE VÍAS DE APROXIMACIÓN		X			X				X							Agrietamientos en las placas ocasionados por asentamiento del suelo granular, generado por falta de drenaje de aguas lluvias.
			X			X									X		Agrietamientos ocasionados por restricción en el movimiento de las placas aledañas al puente por falta de junta de expansión.
TOTALES		0	15	1	4	11	5	4	0	2	1	4	2	11	4		

NIVELES DE SEVERIDAD

ALTA

MEDIA

BAJA

EL DAÑO COMPROMETE EL 50% O MAS DEL ELEMENTO - LO ATRAVIESA

EL DAÑO COMPROMETE ENTRE EL 20% Y 50% DEL ELEMENTO - NO LO ATRAVIESA

EL DAÑO COMPROMETE HASTA EL 20% DEL ELEMENTO - NO LO ATRAVIESA

Figura 19. Detalle de la ficha de calificación de lesiones elaborada para el análisis de lesiones del paciente

7.3 Suelos y Cimentaciones.

7.3.1 Tipo de cimentación.

Se realizó un apique para localizar la cimentación de la estructura sobre el margen occidental del estribo sur del puente, encontrándose la pata del estribo a unos 30 cm del nivel de rasante del suelo existente. Se aclara que se realizó el apique en el punto más bajo de relleno que hay en la zona de cimentación.

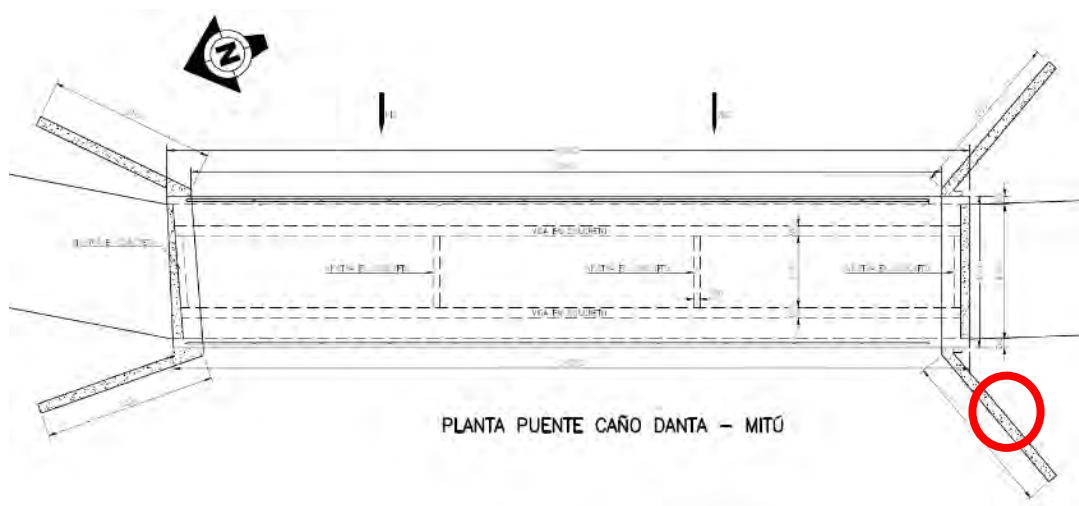


Figura 20. Localización del apique para determinar el tipo de cimentación del puente.



Figura 21. Apique de inspección para la cimentación del puente sobre el caño Danta.

7.4 Ensayos Destructivos y No Destructivos.

7.4.1 Ensayo de resistencia del concreto por medio de esclerometría.

El concreto es el material principal constitutivo de la estructura del puente y debido a la antigüedad y proceso constructivo del paciente, se hace necesario que sea revisada la resistencia del concreto. Para determinar esta resistencia en los diferentes elementos que conforman el paciente de forma preliminar, se ha determinado realizar el ensayo de esclerometría.

Este tipo de ensayo no destructivo se rige por las normas ASTM C805 y la NTC 3692. De acuerdo al procedimiento establecido en dicha normatividad se ha realizado el ensayo en los elementos constitutivos del paciente tales como vigas y estribos.

Para el ensayo se utilizó un esclerómetro marca CONTROLS, referencia 58-C0181/N, con calibración vigente para la fecha del estudio realizado (05 de diciembre de 2019).



Figura 22. Esclerómetro Marca CONTROLS. Se aprecia la regla para la toma de lecturas y etiqueta con la fecha de la vigencia de la calibración.



Ensayo de esclerometría en estribos.



Ensayo de esclerometría en viga oriental.



Ensayo de esclerometría en viga occidental.

Figura 23. Proceso de ejecución del ensayo de esclerometría en el paciente de estudio.

Tabla 1.

Resultados de ensayos de campo de esclerometría con martillo de rebote.

Estribo Norte (kg/cm²)

166	139	126
152	195	139
113	126	139
152		

Promedio **150** kg/cm²

Estribo Sur (kg/cm²)

166	126	152
126	152	166
126	166	166
166		

Promedio **151** kg/cm²

Viga Oriental (kg/cm²)

291	241	241
166	324	210
152	307	274
257		

Promedio **246** kg/cm²

Viga Occidental (kg/cm²)

152	139	126
152	180	126
180	126	152
152		

Promedio **149** kg/cm²

Los resultados del ensayo permiten evidenciar que los estribos tienen una resistencia cercana a los 150 kg/cm² (2100 psi); las vigas tienen diferencias de resistencia considerable, la viga oriental tiene una resistencia de 246 kg/cm² (3500 psi), y la viga occidental tiene una resistencia de 149 kg/cm² (2100 psi). Siendo el resultado característico para la resistencia de diseño de concreto que se especifica en las cartillas técnicas para puentes disponibles para el año de construcción del puente (año 1995) en donde establecían resistencias de 140 kg/cm² (2000 psi) para estribos en concreto simple y 210 kg/cm² (3000 psi) para concreto reforzado.

Actualmente estos valores de resistencia son muy bajas con respecto a las recomendaciones que establece la norma sismo resistentes para puentes CCP-14 en la tabla C.5.4.2.1-1, la cual enuncia que se deben utilizar concretos clase A, cuya resistencia nominal a los 28 días debe

corresponder a: $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000 psi). Este resultado conlleva a que sea necesario realizar una prueba más confiable para determinar la resistencia del concreto.

7.4.2 Ensayo de extracción y ensayo de núcleos.

Es de gran importancia determinar las propiedades mecánicas del concreto, ya que no se encontró información alguna de planos estructurales, donde se especifiquen las características de los materiales empleados, es necesario la comprobación de la resistencia, para de esta forma tener certeza de las propiedades que serán empleadas en la modelación estructural y poder establecer la calidad de los materiales que se usaron durante la construcción.

Para determinar las propiedades mecánicas de los materiales que componen la estructura, se realizó la extracción y ensayo a compresión de tres (3) núcleos, cumpliendo con la norma NTC 3658-673.

Para una correcta extracción de los núcleos de concreto, se utilizó el equipo de detección de acero, con el que se posicionó el acero de refuerzo y así evitar su corte en el momento de la perforación, al tiempo que se escogió un sitio de esfuerzos neutros.

Tabla 2.

Resultados ensayos a núcleos de concreto.

NÚCLEO	FECHA DE ROTURA	ALTURA (mm)	DIÁMETRO (mm)	ÁREA CILINDRO (mm^2)	VOLUMEN CILINDRO (mm^3)	LECTURA MÁQUINA (kN)	RESISTENCIA OBTENIDA (MPa)	RESISTENCIA OBTENIDA (psi)
N-1 Placa	13/05/2020	108	54	2290	247320	57.9	25.28	3667
N-2 Viga	13/05/2020	108	54	2290	247320	51.7	22.57	3273
N-3 Viga	14/05/2020	108	54	2290	247320	47	20.52	2983



Figura 24. Detalles de núcleos extraídos de los elementos de vigas y placas.

7.4.3 Ensayo de carbonatación del concreto con fenolftaleína.

Este ensayo se efectuó mediante la prueba de aspersión (o rociado) con fenolftaleína, que es extremadamente simple para hallar la posición del frente de carbonatación sobre una superficie de concreto.

Para el desarrollo del ensayo de carbonatación se adquirió el insumo fenolftaleína en el comercio de la ciudad de Bogotá D.C, el producto final fue preparado al 1% en volumen por el personal del laboratorio de ciencias de la regional Vaupés del SENA para la ejecución del ensayo en el paciente.

Este ensayo se realizó in situ tan pronto como se haya perforado el concreto para la extracción del núcleo, evitando que se llegue a afectar la superficie alterando los resultados. Para evaluar la carbonatación, se aplica fenolftaleína en alcohol en solución de 1 a 2% a una superficie

libre de polvo y que prácticamente no haya estado expuesta, se debe determinar con precisión la profundidad de la zona incolora.

Los ensayos de carbonatación se realizaron a cada uno de los núcleos extraídos, el procedimiento que se siguió fue el siguiente:

La solución de fenolftaleína se aplicó inmediatamente después de sacar el núcleo de concreto.

Si la superficie del concreto era incolora una vez aplicada la fenolftaleína, se continuaba aplicando hasta que la coloración fuera fucsia, y de esta forma determinar la profundidad máxima de carbonatación.

Cuando progresa la carbonatación hacia la profundidad del refuerzo, la capa de óxido protectora y pasivadora deja de ser estable. A este nivel de pH (por debajo de 9.5), es posible que empiece la corrosión, resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto. Aunque la difusión del dióxido de carbono a través de los poros del concreto pueda requerir años antes de que ocurra el daño por corrosión, puede ser devastadora y muy costosa de reparar. Este fenómeno es lento y depende de varios factores como: cantidad de CO₂ en la atmósfera, humedad relativa, dosificación de la mezcla, relación A/C, curado, entre otros, que pueden ocasionar que este fenómeno aparezca rápidamente, facilitando el proceso de carbonatación.

Dependiendo de estos factores la profundidad de afectación varía de 4 mm en dos años a 20 mm en 25 años. En la figura 26 se presentan los resultados del ensayo de carbonatación en el núcleo extraído.

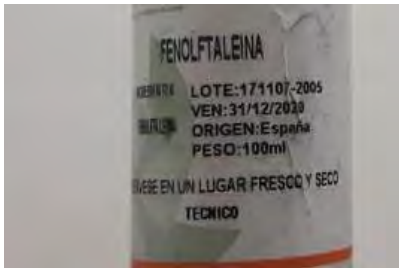
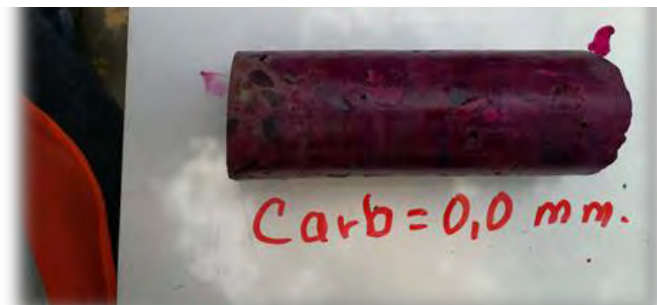


Figura 25. Materiales utilizados para le determinación del ensayo de carbonatación en el paciente



Resultado en la muestra N1, obtenida en la placa

Resultado en la muestra N2, obtenida en la viga



Resultado en la muestra N3, obtenida en la viga

Figura 26. Resultado ensayo de carbonatación en los núcleos de concreto

Como se puede observar en la anterior figura, el núcleo extraído de la placa del tablero evidencia presencia del frente de carbonatación de 5 mm, el cual se encuentra aún dentro del espesor de recubrimiento, en el núcleo N-2 extraído de la viga interior se observa presencia del frente de carbonatación de 50 mm, superando el recubrimiento, representando una potencial rotura de la capa de pasivación del acero de refuerzo, no obstante, no se observó agrietamiento en el concreto como producto de la oxidación y posterior corrosión del acero de refuerzo, mientras que en el núcleo N-3 extraído de la viga exterior no se aprecia presencia del frente de carbonatación.

7.4.4 Ensayo para comprobación de la cuantía del acero de refuerzo (SCANNER).

Para la localización y comprobación del acero de refuerzo en vigas y placa, se utilizó un método no destructivo por medio del SCANNER. La detección de refuerzo en elementos estructurales en concreto, se realiza con un equipo para detección de barras de refuerzo PROFOMETER 650 AI.

El sistema de detección de barras de refuerzo ultraligero y compacto PROFOMETER 650 AI, le permite utilizar la tecnología de inducción de impulso de corrientes de remolino para detectar barras, disposiciones de varias bobinas en la sonda se cargan periódicamente mediante impulsos de corriente, lo que genera un campo magnético. En la superficie de cualquier material conductor de corriente eléctrica dentro del campo magnético se producen corrientes de remolino, dichas corrientes inducen un campo magnético en sentido opuesto, el cambio de voltaje resultante puede utilizarse para la medición. El procesamiento avanzado de las señales permite la localización de una barra, la detección del recubrimiento y la estimación del diámetro de la barra. Este método no es afectado por ningún material no conductivo tal como concreto, madera,

plástico, etc; sin embargo, cualquier tipo de material conductivo dentro del campo magnético influirá en la medición.

La exactitud y precisión del equipo de medición depende de diferentes variables, como la profundidad de cobertura (recubrimiento), tamaño de la barra, distancia entre barras, entre otras. En la siguiente figura se presenta la relación entre profundidad de cobertura, tamaño de barra y distancia entre barras para la detección.

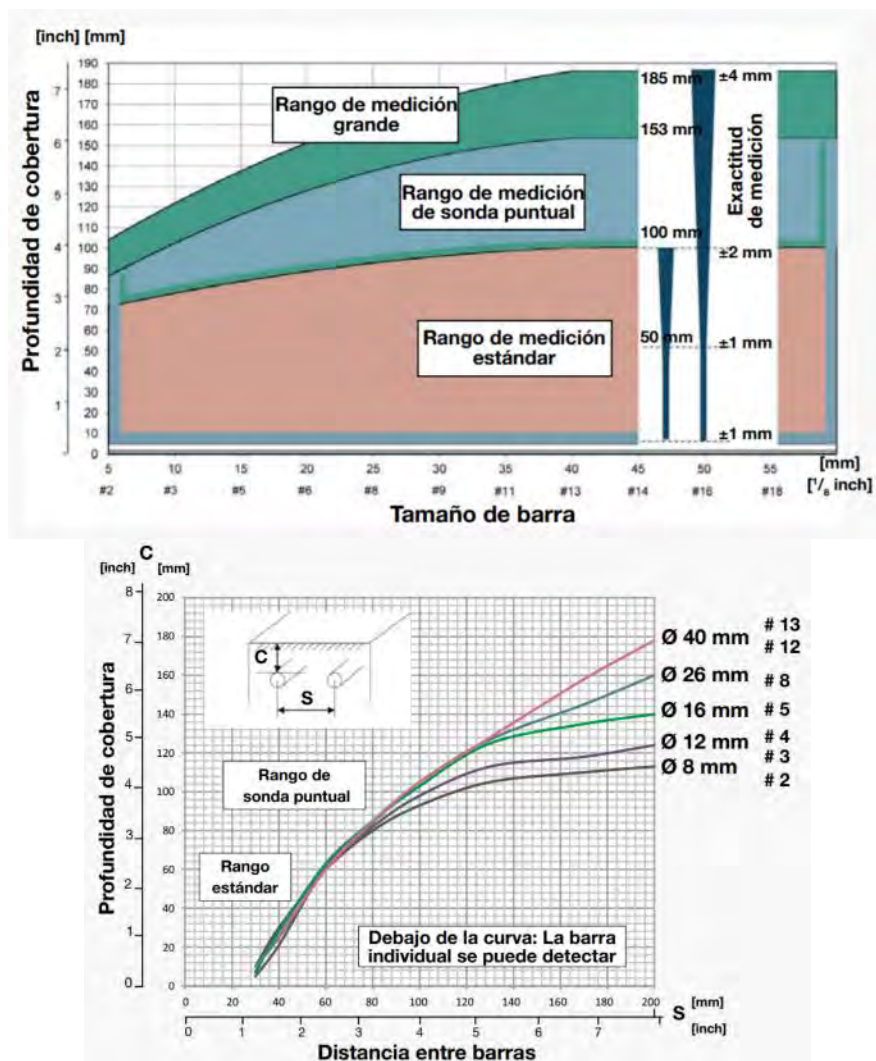


Figura 27. Rango de medición PROFOMETER 650 AI. Adaptado de la hoja técnica PROFOMETER 650 AI Proceq

Para este ensayo se ha tomado las siguientes mediciones:

Lectura 1: Inspección refuerzo principal inferior viga longitudinal.

Lectura 2: Inspección refuerzo principal inferior placa tablero.

Lectura 3: Inspección refuerzo a cortante viga exterior cerca al apoyo.



Figura 28. Lecturas con el sistema de detección de barras de refuerzo PROFOMETER 650 AI

En las siguientes figuras se presentan las imágenes obtenidas del software PROCEQ Profometer PM, que procesa y analiza los datos de los barridos realizados en campo. En la primera imagen mostrada por lectura se indican los diámetros detectados por el equipo, en la segunda imagen se presenta la separación entre barras detectadas y la profundidad del recubrimiento.

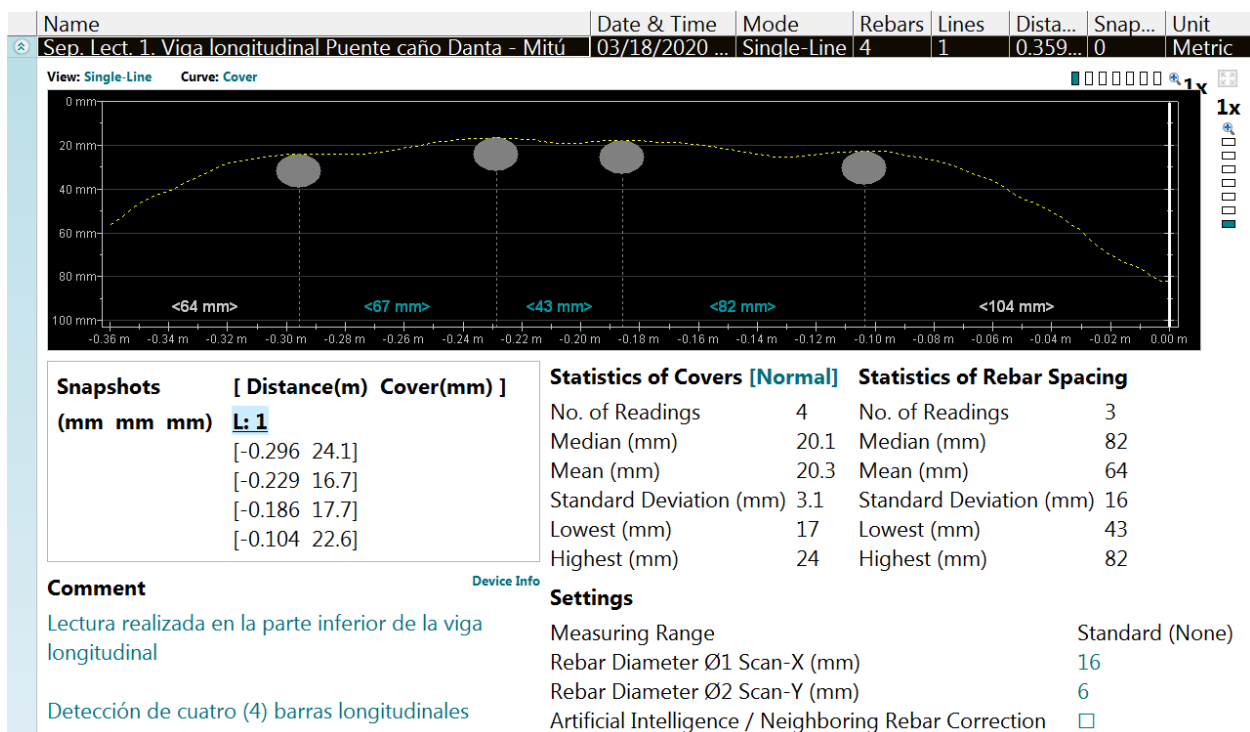
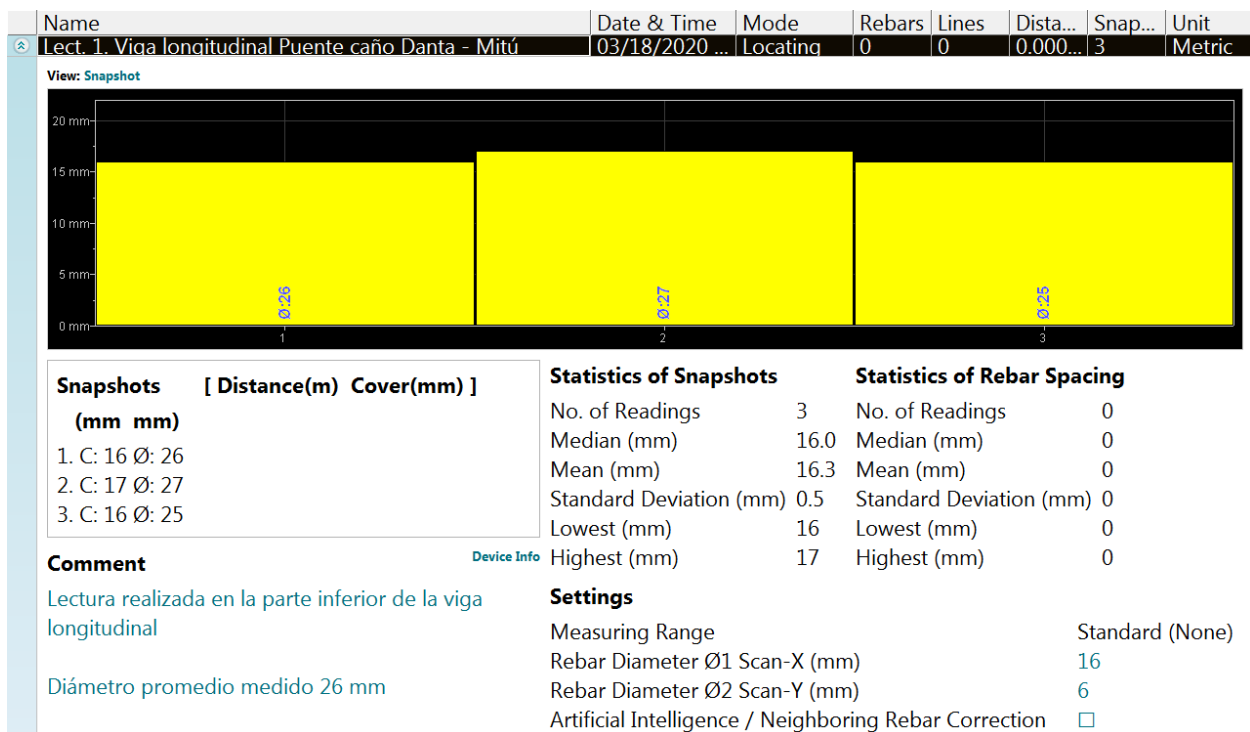


Figura 29. Lectura 1. Inspección refuerzo principal inferior viga longitudinal. Refuerzo longitudinal: 4 barras de 1" de diámetro en primera fila.

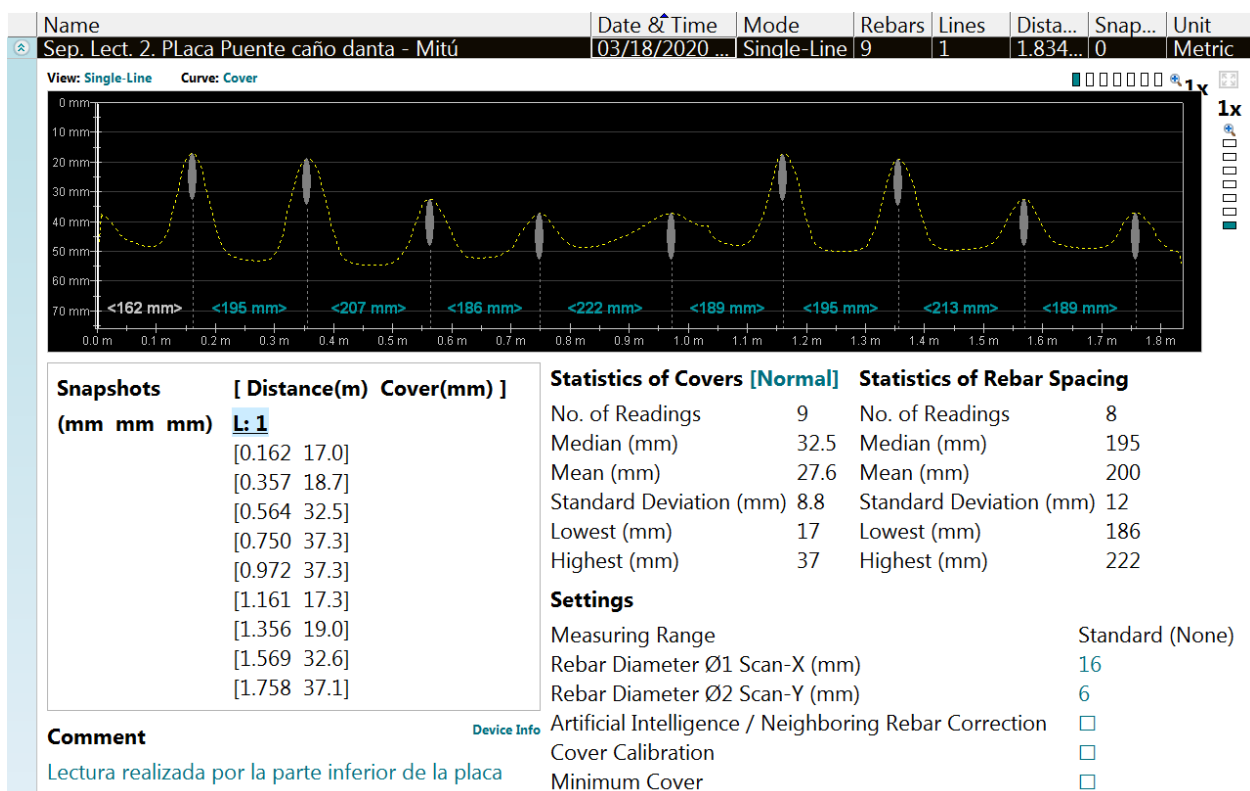
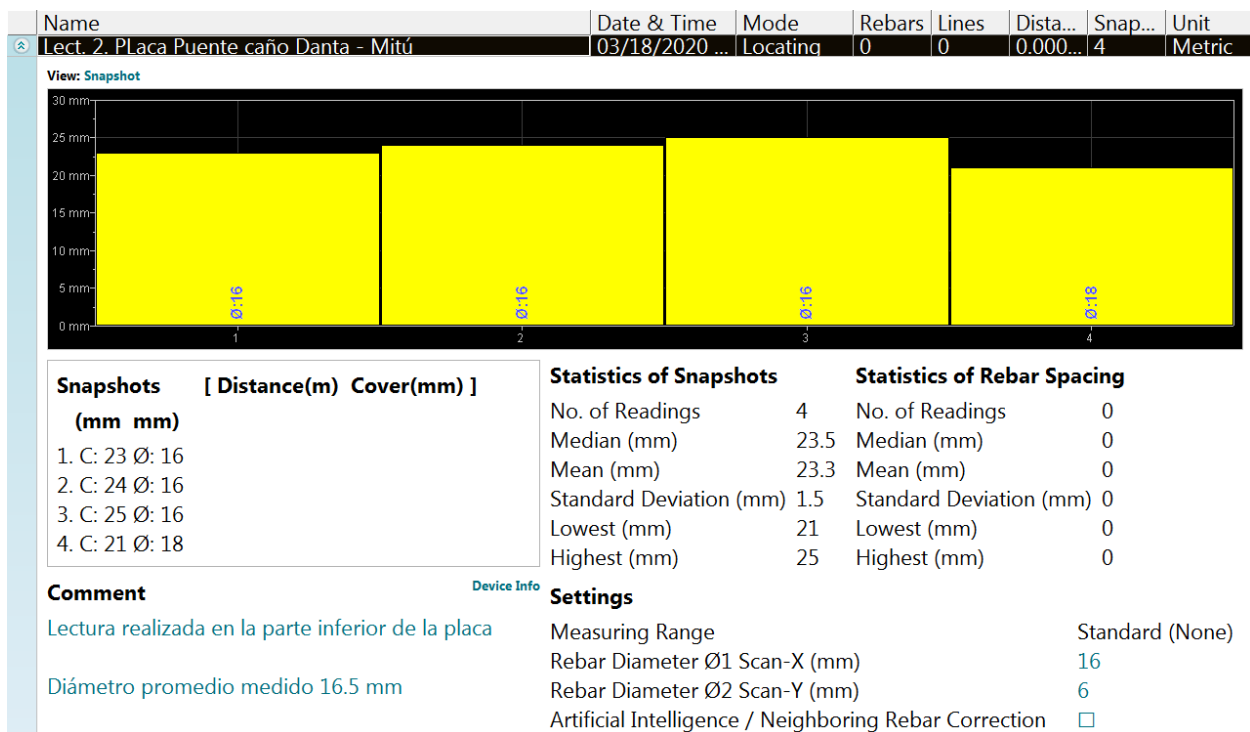


Figura 30. Lectura 2. Inspección refuerzo principal inferior placa tablero. Refuerzo principal: Barras de 5/8" de diámetro separadas cada 20 cm en promedio.

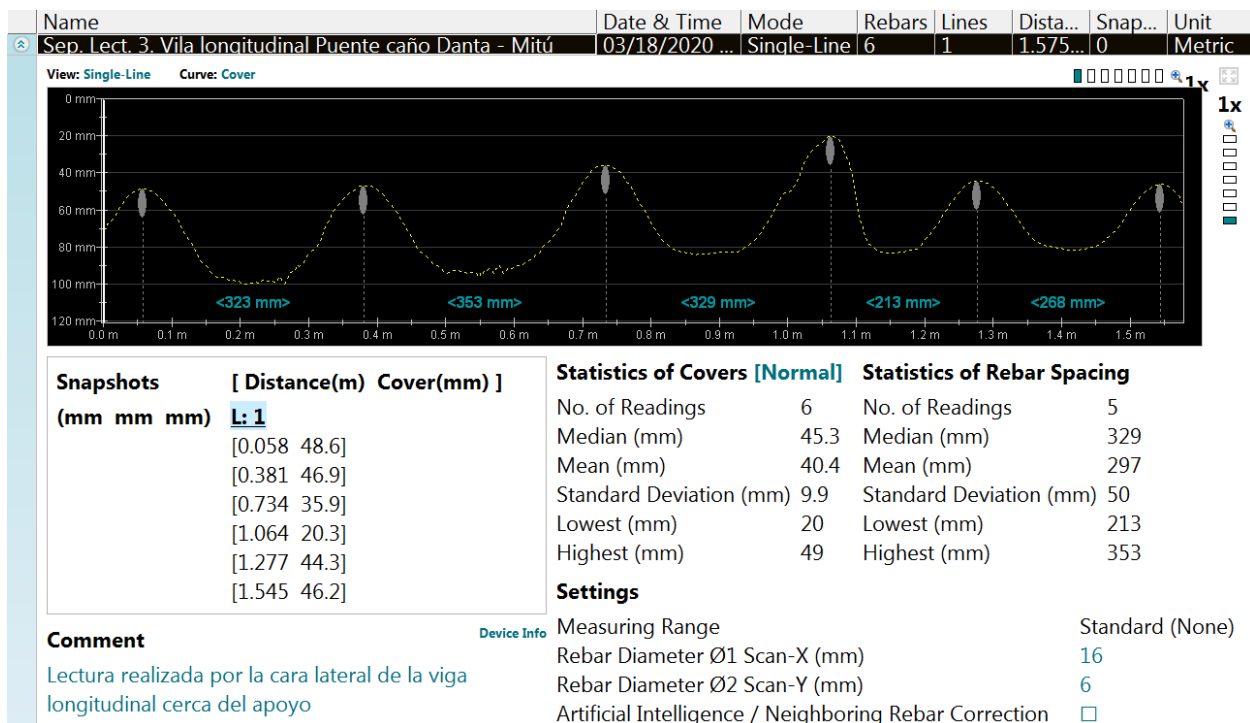
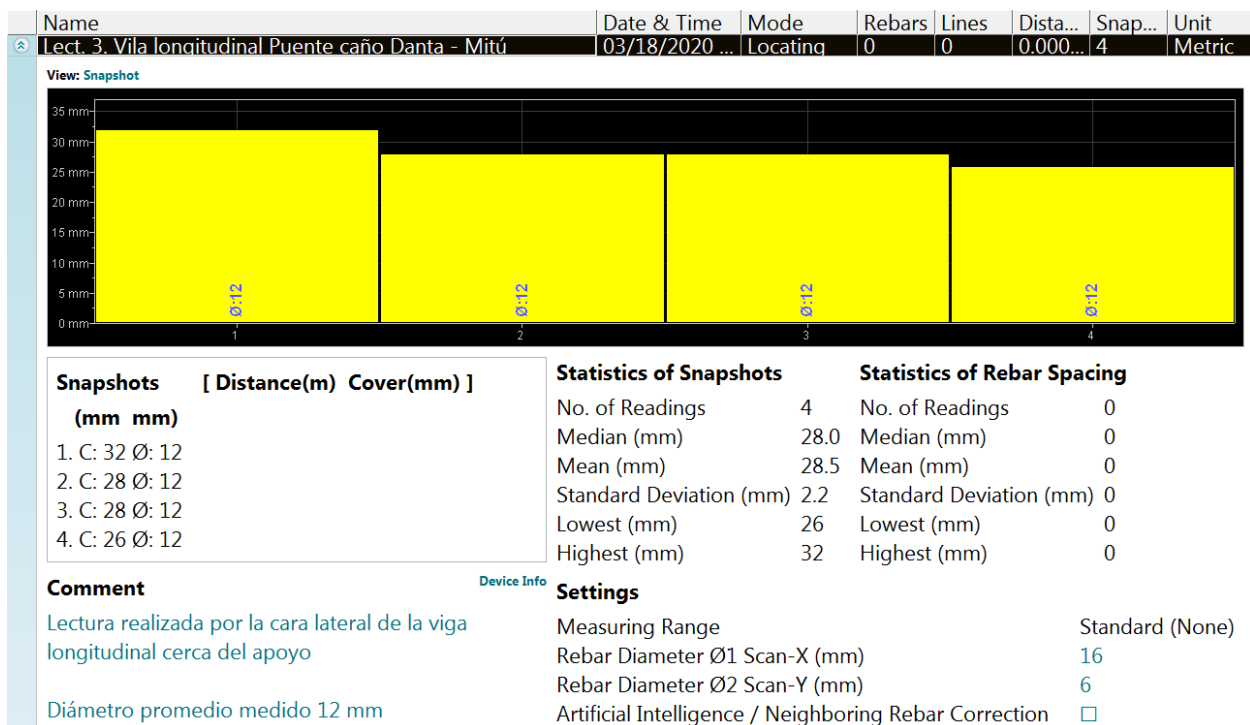


Figura 31. Lectura 3. Inspección refuerzo a cortante viga exterior cerca al apoyo. Refuerzo transversal: Flejes en barras de 1/2" de diámetro, separadas cada 30 cm en promedio.

8. Estudio de Vulnerabilidad Estructural

8.1 Alcance del Estudio de Vulnerabilidad Estructural.

El alcance para el presente análisis de vulnerabilidad estructural, corresponde a la evaluación de las condiciones actuales de servicio de los elementos estructurales que conforman el puente de concreto de $L = 24.30$ m; por medio de la inspección realizada en terreno, se determinaron las afectaciones y su incidencia en el funcionamiento de la estructura, con respecto al riesgo de exposición ante un evento sísmico de acuerdo a las condiciones de la región donde se encuentra ubicado el paciente.

El análisis estructural se realizó, de acuerdo con lo especificado en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14 y en la AASHTO LFRD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS, vigentes a la fecha del estudio, para este tipo de estructura.

8.2 Caracterización del Área de Localización del Paciente.

8.2.1 Geología del municipio.

La geología del municipio de Mitú está conformada principalmente por depósitos sedimentarios y lacustres de arcillas y limos de consistencia firme a muy firme, con contenido importante de arenas finas y partículas granulares de arrecife tamaño medio, humedad media a alta y elevada plasticidad, un nivel freático coincidente con el nivel de aguas del río, por obvias razones de cercanía al mismo y cuya variación la determina sus cambios de nivel. La región de Mitú en términos de geología, se enmarca dentro de los afloramientos rocosos más antiguos del Escudo Guayanés; la secuencia litoestratigráfica comienza con una sucesión de rocas cristalinas, correspondientes a los granitos y gneises Migmatíticos del Complejo Migmatítico de Mitú.

Además, se encuentran rocas sedimentarias del terciario superior amazónico y una pequeña parte correspondiente al Cuaternario aluvial antiguo (CONCEJO, 2005).

8.2.1.1 Nivel freático.

El nivel freático en la zona es alto, ya que el municipio se encuentra asentado sobre las riberas del río Vaupés, igualmente existen gran cantidad de caños y humedales que circundan los barrios del municipio.

8.2.2 Estudios de suelos.

De acuerdo a la investigación de campo realizada en la gobernación de Vaupés y con base en entrevistas a personas que trabajaron en la construcción del puente y las vías, se pudo determinar que el puente se realizó como una implantación de un modelo de puentes que en su época suministraba el Fondo Nacional de caminos Vecinales por medio de la cartilla “modelos de puentes (caminos vecinales)”. No se realizaron estudios de suelos y fue construido por el mismo personal de la planta administrativa de la secretaria de infraestructura departamental.

Se pudieron recopilar estudios de suelos de proyectos de infraestructura de importancia que se ejecutaron y ejecutan en el casco urbano del municipio y que pueden servir de orientación para el estudio del paciente.

Los estudios corresponden a los proyectos de construcción de un puente peatonal sobre el río Vaupés y construcción de un centro de integración ciudadana.

De estos estudios se anexan los perfiles estratigráficos encontrados del proyecto de construcción de un puente peatonal sobre el río Vaupés, de donde se puede analizar la presencia de suelo tipo arcilla CL y CH arenosa, de humedad y plasticidad media. Ver Anexo 4.

8.2.3 Zona de amenaza sísmica.

La amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia.

La aceleración pico efectiva (A_a) y la velocidad horizontal efectiva (A_v) corresponde a las aceleraciones y velocidades horizontales del sismo de diseño contempladas en el Reglamento Sismo Resistente (NSR-10), como porcentaje de la aceleración de la gravedad terrestre ($g = 980 \text{ cm/s}$). Estas aceleraciones tienen una probabilidad de ser excedidas en un 10% para un lapso de 50 años, correspondiente a la vida útil de una edificación. El valor del parámetro A_a y A_v se utiliza para definir las cargas sísmicas de diseño que exige el reglamento de Construcciones Sismo Resistentes.

Zona de Amenaza Sísmica Baja: definida para aquellas regiones cuyo sismo de diseño no excede una aceleración pico efectiva (A_a) de $0.10g$. Aproximadamente el 55% del territorio Colombiano se encuentra incluido en esta zona de amenaza.

De acuerdo a lo dispuesto en el título A.2.3 de la NSR-10 el municipio de Mitú se encuentra en zona de amenaza sísmica baja.

Según el Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP 14, los parámetros de diseño son los siguientes:

Zona de riesgo sísmico	Región 1
Coefficiente de aceleración pico efectiva en roca (PGA)	0.05 g
Coefficiente de aceleración de respuesta espectral para 0.2 seg. (S_s)	0.10 g
Coefficiente de aceleración de respuesta espectral para 1 seg. (S_1)	0.05 g

Tipo de perfil del suelo (asumido)	D
Factor de sitio para periodo nulo en el espectro (F_{pga})	1.60
Factor de sitio para intervalos de periodos cortos (F_a)	1.60
Factor de sitio para intervalos de periodos largos (F_v)	2.40

8.3 Parámetros de Cálculo.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la inspección y ensayos destructivos y no destructivos, realizados en la estructura del puente sobre el caño Danta, se pudo verificar que las vigas longitudinales y la placa del tablero, fueron construidos siguiendo las especificaciones indicadas en la cartilla del Fondo Nacional de Caminos Vecinales del año 1976. Las diferencias encontradas se consideran mínimas, por tanto, es válido utilizar las especificaciones de los materiales y la configuración del refuerzo de vigas y placa del tablero indicadas en la cartilla.

Concreto: $f'_c = 3000$ psi (21 MPa)

Peso específico del suelo de relleno: $\gamma = 18$ kN/m³

Angulo de fricción interna: $\phi = 30^\circ$

Acero de refuerzo: $f_y = 60000$ psi (420 MPa)

Refuerzo longitudinal de las vigas en el centro de la luz: 16 barras de $\phi 1"$, distribuidas en cuatro (4) filas de cuatro (4) barras cada una separación de 6.5 cm entre ellas.

Refuerzo transversal de las vigas cerca a los apoyos: Flejes en barras de $\phi 1/2"$, separadas cada 30 cm.

Refuerzo principal inferior y superior perpendicular al tráfico en la placa del tablero: Barras de $\phi 5/8"$, separadas cada 20 cm.

8.4 Avalúo de Cargas.

Para el análisis de la evaluación de capacidad de la estructura existente, se seleccionaron las cargas que aplican de acuerdo con lo indicado en la sección 3 de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14 y AASHTO LFRD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS.

Del artículo 3.3.2 “carga y denominaciones de cargas” del CCP-14 se obtienen las cargas aplicables al análisis del puente, las cuales son:

Tabla 3.

Casos de carga aplicables al análisis

Carga	Tipo	Descripción
DC	DEAD	Peso propio de los componentes estructurales y de los accesorios no estructurales
DW	DEAD	Peso propio carpeta de rodamiento y de las instalaciones
EH	EARTH	Empuje horizontal del suelo
EV	EARTH	Presión vertical del peso propio del suelo de relleno
EQ	QUAKE	Carga sísmica
IM	LIVE	Incremento de carga dinámica vehicular
LL	LIVE	Carga viva vehicular
LS	LIVE	Sobrecarga de carga viva
WL	WIND	Carga de viento sobre la carga viva
WS	WIND	Cargas de viento sobre la estructura

8.4.1 Carga muerta (DC).

La carga muerta DC estará compuesta por el peso propio de los elementos de la estructura, de los elementos del tablero, de los estribos y aletas. El peso propio es calculado sabiendo las dimensiones de los elementos y que están contruidos en concreto reforzado, el cual tiene un peso de 2400 kg/m^3 (23.53 kN/m^3).

8.4.2 Carga muerta (DW).

La carga muerta DW estará compuesta por el peso propio de la carpeta asfáltica, donde conservadoramente se asume un espesor de 7.5 cm; para la carpeta asfáltica se toma un peso de

2345 kg/m³ (23 kN/m³), y el peso de los bordillos en concreto y de las barandas en tubería metálica.

8.4.3 Empuje horizontal del suelo (EH).

Para el análisis de los estribos y aletas, se calcula cuánto es el empuje debido al suelo de relleno, el cual aumenta linealmente con la profundidad. Para esto, es necesario usar la información de los parámetros geotécnicos.

$$\text{Presión suelo} = \gamma \cdot K_a \cdot (h - y)$$

Se toma la máxima altura del estribo de 6.00 m; para la máxima profundidad la presión debida al empuje de tierras, para el estribo es de:

$$\text{Presión suelo} = 18 \frac{kN}{m^3} \cdot 0.33 \cdot (6.00m - 0) = 35.64 kN/m^2$$

8.4.4 Incremento de carga viva vehicular (IM).

De acuerdo con lo especificado en 3.6.2 del CCP-14, los efectos estáticos del camión o tándem de diseño deben incrementarse por el porcentaje especificado en la tabla 3.6.2.1-1 para amplificarlos por carga dinámica.

La amplificación por carga dinámica es un incremento que se aplica a la carga estática de rueda para tener en cuenta el impacto de la carga de rueda de los vehículos en movimiento.

De la tabla 3.6.2.1-1 del CCP-14, se obtiene que el factor de amplificación dinámica a utilizar en el presente análisis es de:

15 % para el estado límite de fatiga y fractura

33 % para todos los demás estados límites

No se aplica la amplificación por carga dinámica a la carga de carril de diseño.

8.4.5 Carga viva vehicular (LL).

Para el análisis de la capacidad de carga, se tienen en cuenta los siguientes vehículos de diseño:

8.4.5.1 Camión de diseño CCP-14.

El camión de diseño del CCP14 corresponde al especificado en 3.6.1.2.2, el cual consta de 3 ejes de 40 kN, 160 kN y 160 kN respectivamente, con separación entre ejes de 4.30 m entre los ejes 1 a 2 y variable de 4.30 m a 9.00 m entre los ejes 2 a 3.

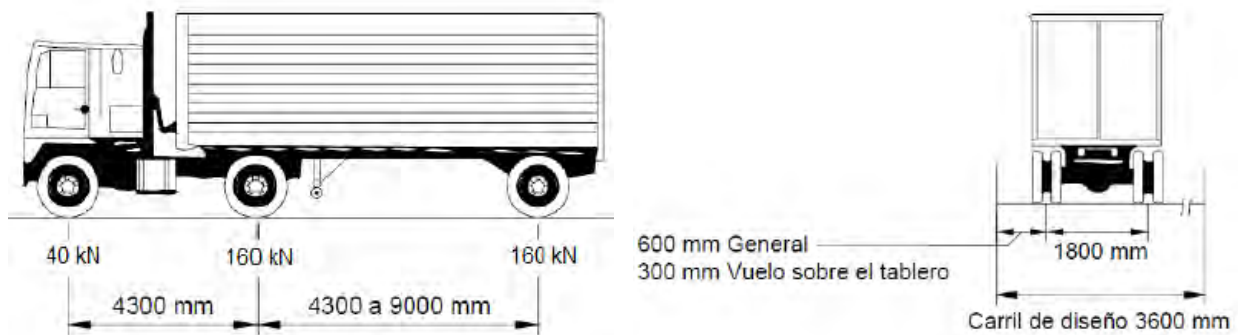


Figura 32. Camión de diseño CCP-14. Adaptado de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14.

8.4.5.2 Tándem de diseño CCP-14.

El tándem de diseño del CCP14 corresponde especificado en 3.6.1.2.3, el cual consta de un par de ejes de 125 kN separados 1.20 m entre sí.

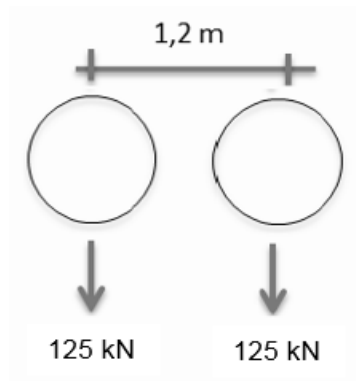


Figura 33. Tándem de diseño CCP-14.

8.4.5.3 Carril de diseño CCP-14.

La carga del carril de diseño del CCP14 debe consistir en una carga de 10.3 kN/m uniformemente distribuida en la dirección longitudinal. Transversalmente, la carga de carril de diseño debe suponerse uniformemente distribuida sobre un ancho de 3000 mm.

De acuerdo a lo especificado en 3.6.1.2 del CCP-14, la carga viva vehicular de diseño debe consistir en la combinación de carga que produzca las máximas solicitaciones de acuerdo a:

La suma del camión de diseño CCP-14 más la carga de carril de diseño CCP-14.

La suma del tándem de diseño CCP-14 más la carga de carril de diseño CCP-14.

8.4.6 Sobrecarga de carga viva (LS).

La sobrecarga por carga viva debe aplicarse donde se espera carga vehicular sobre la superficie del relleno dentro de una distancia igual a la mitad de la altura del muro desde el respaldo del muro.

El incremento en la presión horizontal debida a la sobrecarga por carga viva puede estimarse como:

$$\Delta P = k * \gamma_s * h_{eq} = 0.33 * 18 \text{ kN/m}^3 * 0.60 \text{ m} = 3.56 \text{ kN/m}^2$$

El valor de h_{eq} se obtiene de la tabla 3.11.6.4-1 del CCP-14, donde para una altura de estribo de 6.00 m el valor de la altura equivalente del suelo es de 0.60 m.

8.5 Carga Sísmica (EQ).

Para el cálculo de las fuerzas de sismo sobre las estructuras se sigue la metodología descrita en el numeral 3.10 “efectos sísmicos EQ” de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14. De acuerdo al procedimiento general especificado en 3.10.4.1 del CCP-14 para el cálculo del espectro de diseño se obtiene:

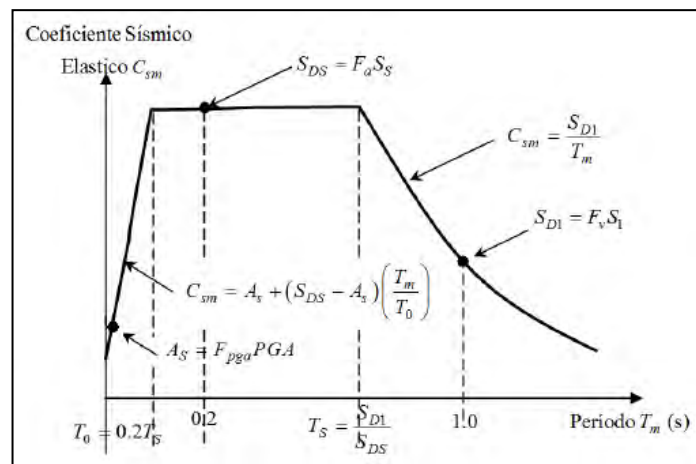


Figura 34. Coeficiente sísmico. Adaptado Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14. Figura 3.10.4.1-1, pág. 3-56

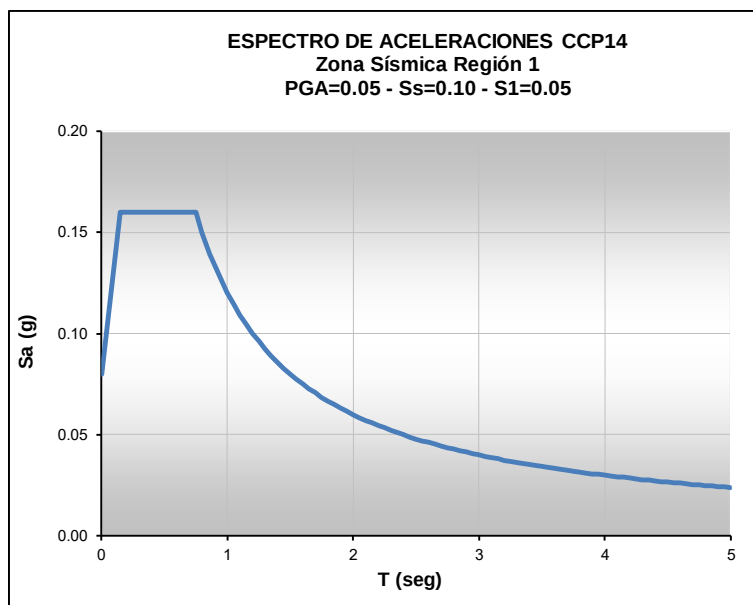


Figura 35. Espectro de aceleraciones de diseño para el 5% de amortiguamiento – CCP-14

De acuerdo con el numeral 3.10.6 “zonas de desempeño sísmico” de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14, el pontón se clasifica en zona de desempeño sísmico 4, ya que $SD1 = FvS1 = 1.55 * 0.45 = 0.70$ mayor al límite 0.50 de la tabla 3.10.6-1 del CCP-14.

De acuerdo con los requisitos para puentes regulares especificados en la tabla 4.7.4.3.1-2 del CCP-14, el pontón bajo estudio se considera regular.

De acuerdo con el numeral 4.7.4.2 “puentes de una sola luz” de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14, no se requiere análisis sísmico independientemente de la zona sísmica.

8.6 Empuje Dinámico del Suelo (EQH).

Teniendo en cuenta que los estribos tienen relleno por la parte trasera, ante los movimientos sísmicos, el suelo ejerce fuerzas adicionales a las que se tienen en cuenta de manera estática. En este orden de ideas, se debe determinar la magnitud y lugar de acción. Uno de los métodos más

reconocidos y con amplio uso en el diseño de estructuras, se conoce como Mononobe Okabe, que consiste primordialmente en determinar un coeficiente de presión dinámica activa K_{as} .

Esta fuerza sísmica, actúa principalmente sobre los muros y la dirección al igual que con las fuerzas sísmicas inerciales, puede ser en X o Y.

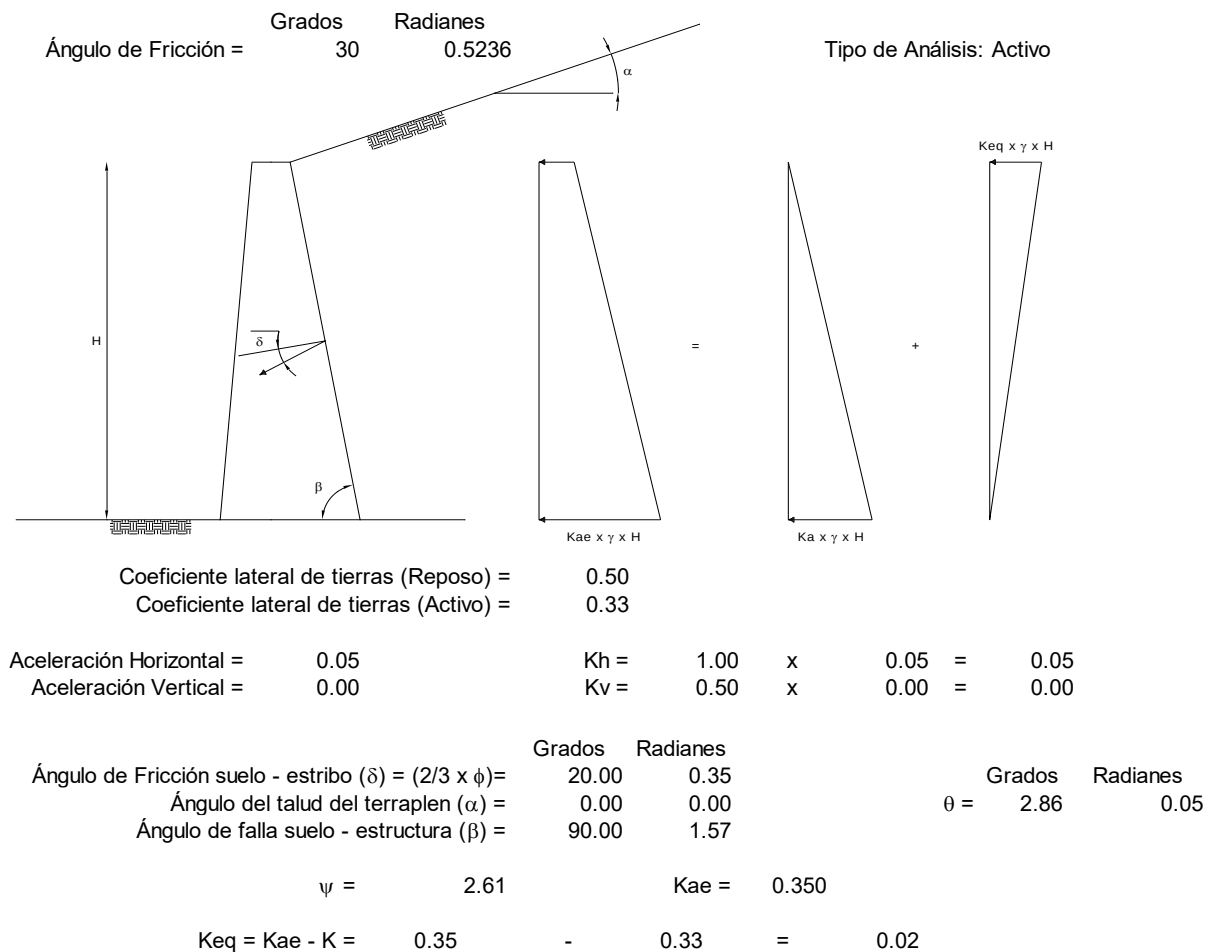


Figura 36. Análisis dinámico de tierras por el método de Mononobe - Okabe

Entonces, es necesario distribuir en el área del muro esta fuerza, teniendo presente que el perfil es un triángulo, pero con la base en la parte superior.

Se toma la máxima altura del estribo de 6.00 m, para la máxima profundidad la presión debida al empuje dinámico de tierras, a nivel de rasante es de:

$$\text{Presión dinámica suelo} = 18 \frac{kN}{m^3} \cdot (0.35 - 0.33) \cdot (6.00m - 0) = 2.16 kN/m^2$$

8.7 Carga de Viento Sobre la Carga Viva (WL).

Para el cálculo de las fuerzas de viento sobre vehículos se sigue la especificación descrita en el numeral 3.8.1.3 del CCP 14. La presión de viento sobre los vehículos debe representarse por una fuerza móvil interrumpible de 1.46 kN/m actuando perpendicularmente a 1800 mm por encima de la calzada.

8.8 Carga de Viento Sobre la Estructura (WS).

Para el cálculo de las fuerzas de viento sobre la estructura se sigue la metodología descrita en el numeral 3.8 “carga de viento: WL y WS” de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14.

La velocidad básica del viento para determinar la presión de diseño debe asumirse de 160 km/h (100 mph). La carga de viento se debe suponer uniformemente distribuida sobre el área expuesta al viento. El área expuesta debe ser la suma de las áreas de todos los componentes, como se ven en una vista en alzada perpendicular a la dirección supuesta del viento, incluyendo sistema de piso y las barandas.

La dirección del viento de diseño debe suponerse horizontal, a menos que se especifique otra cosa en el artículo 3.8.3. A falta de datos más precisos, la presión del viento de diseño puede determinarse como:

$$P_D = P_B \frac{v_{DZ}^2}{v_B^2} = P_B \frac{v_{DZ}^2}{25600} \quad (3.8.1.2.1-1)$$

P_B = presión de viento básica especificada en la Tabla 3.8.1.2.1-1 (MPa)

Tabla 4.

Presiones básicas. P_B , correspondiente a $V_B = 160 \text{ km/h}$

Componente de la Subestructura	Carga de Barlovento MPa	Carga de Sotavento MPa
Cerchas, Columnas, y Arcos	0.0024	0.0012
Vigas	0.0024	NA
Superficies grandes Planas	0.0019	NA

Adaptado de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14.

$$V_{DZ} = 2.5V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right) \quad (3.8.1.1-1)$$

donde:

V_{DZ} = Velocidad del viento de diseño a la elevación, Z (km/h)

V_{30} = velocidad del viento a 10000 mm sobre el nivel del terreno o sobre el nivel de diseño del agua (km/h)

V_B = Velocidad básica del viento de 160 km/h a 10000 mm de altura, que generan las presiones de diseño especificadas en los Artículos 3.8.1.2.1 y 3.8.1.2.2

Z = Altura de la estructura a la cual se calculan las cargas de viento medida desde el nivel del terreno, o desde el nivel del agua, > 10000 mm

V_o = Velocidad de fricción, característica meteorológica del viento tomada como se especifica en la Tabla 3.8.1.1-1, para varias características de la superficie contra el viento (km/h)

Z_o = Longitud de fricción del fetch o campo de viento aguas arriba, una característica del viento tomada como se especifica en la Tabla 3.8.1.1-1 (mm)

Tabla 5.

Valores de V_o y Z_o para varias condiciones de superficie aguas arriba

Condición	Campo Abierto	Suburbano	Ciudad
V_o (km/h)	13.20	17.50	19.30
Z_o (m)	0.07	1.00	2.50

Adaptado de la Norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14.

Excepto para barreras de sonido, V30, puede establecerse de:

Curvas de kilómetro con viento más veloz disponible ASCE 7-88 para varios periodos de ocurrencia.

Mediciones de viento específico del sitio.

A falta de mejores criterios, la suposición que $V_{10} = V_B = 160$ km/h.

Para el caso de la localización de las estructuras, los datos de cálculos son:

$P_B = 0.0024$ MPa – Carga de barlovento

$V_B = 160$ km/h

$V_{30} = V_{10} = V_B = 160$ km/h

$V_o = 13.20$ km/h

$Z = 1.85$ m

$Z_o = 0.07$ m

$V_{DZ} = 108.05$ km/h

$P_D = 0.00109$ Mpa Presión a barlovento

Las cargas mínimas de viento especificadas en el artículo 3.8.1.2 del CCP-14, no se consideran en el presente análisis, la razón principal es por el carácter provisional del estudio del puente, es decir para un periodo de diseño determinado por la duración del proyecto de perforación, por tanto, no se considera necesario aplicarle una carga mínima tan alta, por el contrario, las fuerzas de viento se aplicarán de acuerdo a la presión de diseño P_D calculada anteriormente.

8.9 Análisis Estructural.

El análisis estructural de las vigas y losa del puente en concreto bajo estudio, se realiza por medio del programa “Módulo superestructura de puentes I – Puente en losa y vigas en concreto reforzado V1.01”, desarrollado por el ingeniero Fernando Medina.



Figura 37. Programa de ingeniería para análisis del puente

A continuación, se presenta el análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM.

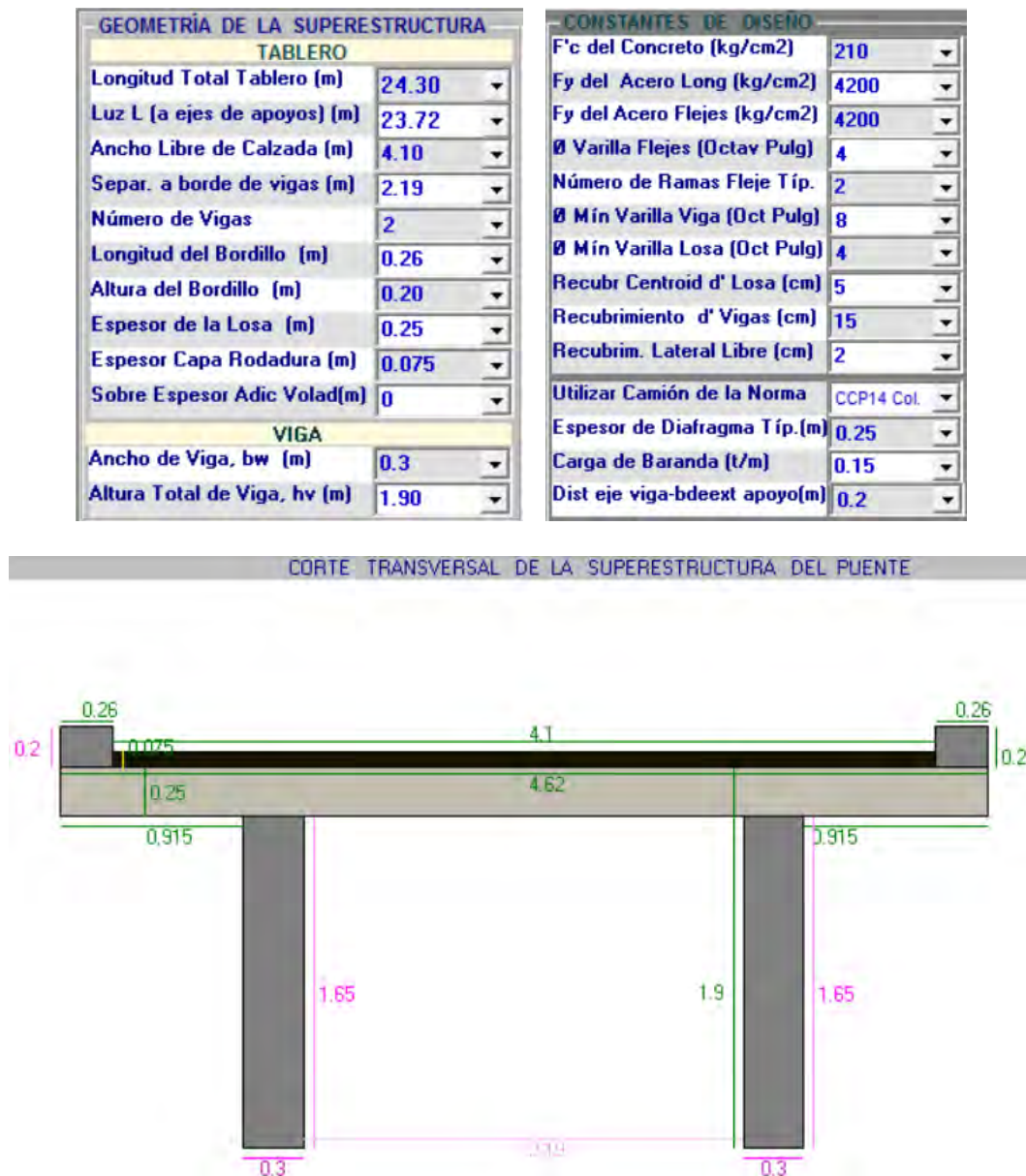


Figura 38. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 39.

FD Momentos CV, FDM Vigas EXTERIORES	
LEY DE LA PALANCA 1 carril carg >= 3 vigas	
$FDM_{viga_{ext}}(1carrilc) = \frac{P(S + Lvol_{ejes} - L_{bor} - 1.50)}{S}$	
$g = \left(0.77 + \frac{d_e}{2800}\right) g_{int}; d_e = lvol_{ejes} - l_{bord}$	
LEY DE LA PALANCA 2 ó más carriles cargados . 3 vigas	
Caso A . Si $L_{bord} + 0.60 + 1.80 + 1.2 < Lvol_{ejes} + S$	
$FDM = \frac{1.5P(S + Lvol_{ejes} - L_{bord} - 2.20)}{S} \quad m = 1.0$	
Caso B . Si $L_{bord} + 0.60 + 1.80 + 1.2 \geq Lvol_{ejes} + S$	
$FDM = \frac{P(S + Lvol_{ejes} - L_{bord} - 1.50)}{S}$	
Chequeo de FDM considerando Losa Rígida. Art 4.6.2.2d	
$R = \frac{N_L}{N_b} + \frac{X_{ext}}{\sum x^2} \sum e$	R: FDM NL: # Carriles Carg Nb: # Vigas Xext: Dist CG tablero a vigaext x: Dist CG tablero a o/viga e: exo carga a CG tablero

Número de Vigas, Nb	2
Separación a Ejes de Vigas, S	2.49 m
Espesor de la Losa, ts	0.25 m
Longitud del Puente a Ejes, L	23.72 m
Parámetro de Rigidez Longitudinal, Kg	0.1123 m4
Fac Dist Mom, FDM LPalanc incluy m (1 carr carg)	0.865
Distancia borde extBord - EjeVigaext, de	0.805 m
Factor Correcc. para distrib CV a VigExt, e	1.057
Fact Distr FDMint, gint	0
Factor Distrib Mom, FDM (g) (2 carriles carg)	0
Fact Distr de Mom, (2 carr carg) por Ley Palanca	0.721
Fact Dist Mom,(1 carr.carg) Chequeo Losa Rígida	0.865
Fact Dist Mom,(2 carr.carg) Chequeo Losa Rígida	0.237
Fact Distr de Mom, FDM dominante	0.86506

MOMENTOS POR CAMIÓN, TÁNDEM, CARRIL DE DISEÑO, COMBINADOS Y DOMINANTES POR CARRIL Y POR VIGA												
X (m)	0	0.3	2.372	4.744	7.116	9.488	11.86	14.232	16.604	18.976	21.348	23.42 23.72
Mom por Camión+Imp (t-m)	0	12.45	88.46	154.22	197.28	222.22	226.74	222.22	197.28	154.22	88.46	12.45 0
Mom por Tándem+Imp (t-m)	0	9.6	68.96	122.16	159.6	181.28	187.2	181.28	159.6	122.16	68.96	9.6 0
Mom Carril de Diseño (t-m)	0	3.62	26.08	46.36	60.85	69.54	72.44	69.54	60.85	46.36	26.08	3.62 0
Mom Camión+Imp + Carril (t-m)	0	16.06	114.53	200.58	258.13	291.76	299.18	291.76	258.13	200.58	114.53	16.06 0
Mom Tándem+Imp + Carril (t-m)	0	13.21	95.04	168.52	220.45	250.82	259.64	250.82	220.45	168.52	95.04	13.21 0
Mom Domin CV+Imp por Vía (t-m)	0	16.06	114.53	200.58	258.13	291.76	299.18	291.76	258.13	200.58	114.53	16.06 0
Mom CV+Imp por Viga INT (t-m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0
Mom CV+Imp por Viga EXT (t-m)	0	13.9	99.08	173.51	223.3	252.39	258.81	252.39	223.3	173.51	99.08	13.9 0

Figura 39. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 40.

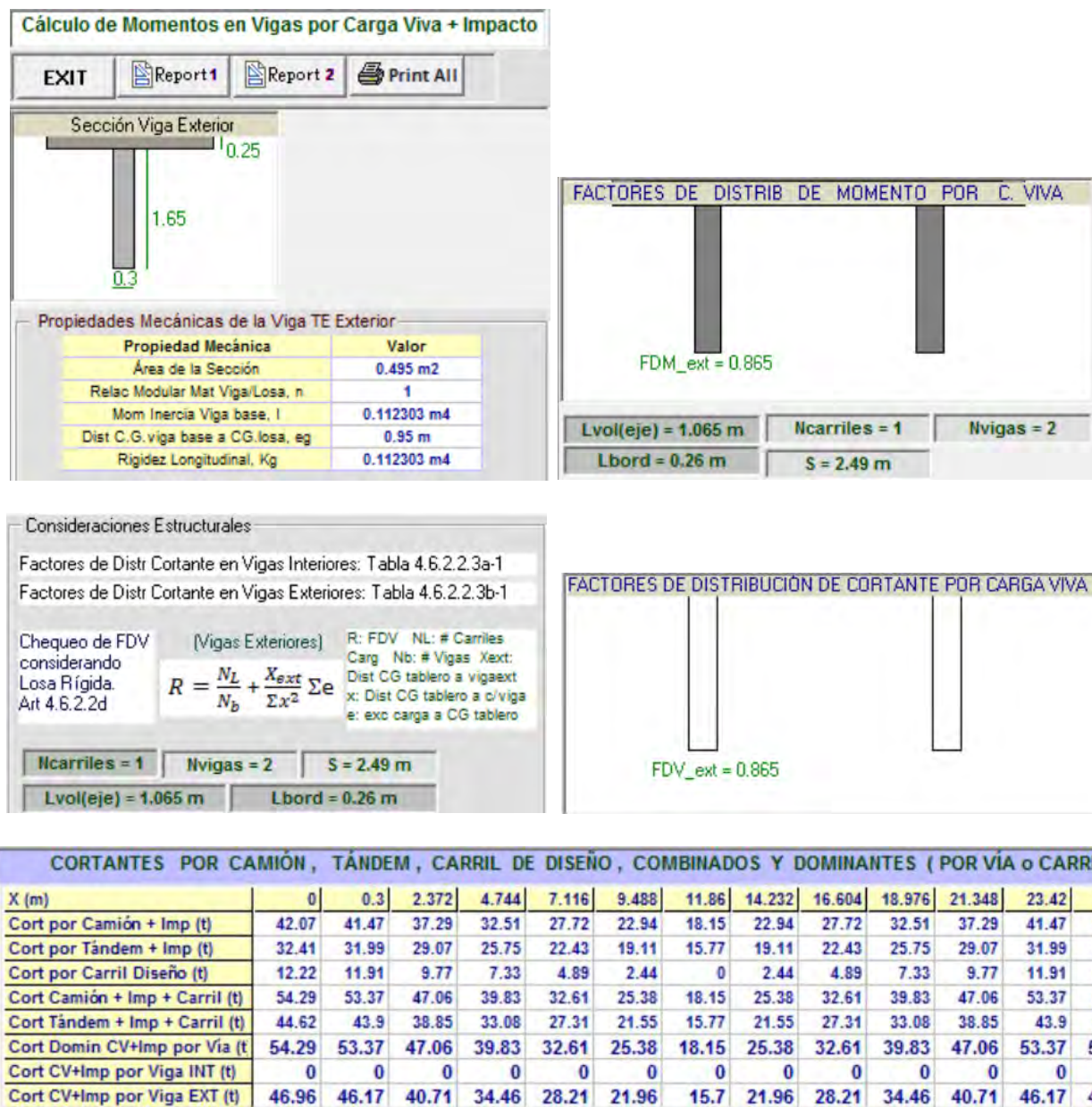


Figura 40. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 41.

Factor de Distrib. de C. Viva para Cortante en Vigas Exteriores	
4 ó más vigas	
1 Carril Cargado	
Ley de la Palanca	$FDVext(1c) = FDMext(1c)$
2 Carriles Cargados	
$e = 0.6 + de / 3.0$	
$g = (e)g[int] = (e)FDV[int]$	$de = Lvol(eje) - Lbor$
3 vigas	
1 Carril Cargado	
Ley de la Palanca	$FDVext(1c) = FDMext(1c)$
2 Carriles Cargados	
Ley de la Palanca	$FDVext(2c) = FDMext(2c)$

Número de Vigas, Nb	2
Separación a Ejes de Vigas, S	2.49 m
Espesor de la Losa, ts	0.25 m
Longitud del Puente a Ejes, L	23.72 m
FDV, Ley Palanca incluy m (1 carr cargad)	0.865
Distancia borde extBord - EjeVigaext, de	-
Factor Correcc. para distrib CV a VigExt, e	-
Factor Distr a Cortante int, g(int)	-
Fact Distr Cor, FDVext (2 carriles carg)	-
Fact Distr Cort, FDVext(2 carr carg) Ley Palanca	0.721
Fact Dist Cor,(1 carr.carg) Chequeo Losa Rígida	0.865
Fact Dist Cor,(2 carr.carg) Chequeo Losa Rígida	0.237
Fact Distr de Cort, FDV dominante	0.86506

VIGA

EXTERIOR

Carga Muerta en la Viga: Losa y Pavimento. Peso por la Viga

ÍTEM	Valor
Carga por Losa Tablero, W(DC)	0.6 t/m2
Carga por Capa Rodadura W(DW)	0.165 t/m2
Carga W = W(DC) + W(DW)	0.765 t/m2
Resolución de la Viga Continua	
Reacción Lineal a Viga Exterior R(DC&DW)	1.767 t/m
Peso de la Viga propiamente dicha	
Reacción Lineal a Viga Ext R(P.P.Viga)	1.188 t/m
Reacción Lineal Viga Ext R(DC incluy P.P.vig)	2.574 t/m
Reacción Lineal a Viga Ext R(DW)	0.381 t/m

Carga Muerta en la Viga. Bordillo o Parapeto y SobreEsp Volado

ÍTEM	Valor
Carga Puntual por Bordillo o Parap, W(C&P)	0.275 t/m
Brazo C.Punt Bord o Parap	0.13 m
Carga Punt por SobreEspesor Volado	0 t/m
Brazo C.Punt SobreEspesor Volado	0.61 m
Carga Punt por Baranda	0.15 t/m
Brazo C.Punt por Baranda	0 m
Resolución de la Viga Continua	
Reacción Lineal a Viga Exterior R(C&P&sobrE&Bar)	0.425 t/m

VIGA EXTERIOR: MOMENTOS Y CORTANTES POR C. MUERTA DC Y DW . Ment-m Vent

X (m)	0	1.793	2.372	4.744	7.116	9.488	11.86	14.232	16.604	18.976	21.348	21.927	23.72
Mom C. DC1	0	50.6	65.17	115.86	152.06	173.79	181.03	173.79	152.06	115.86	65.17	50.6	0
Mom C. DC2	0	0.82	1.09	2.18	3.27	4.36	5.45	4.36	3.27	2.18	1.09	0.82	0
Mom C. DC TOT	0	51.42	66.26	118.04	155.34	178.15	186.48	178.15	155.34	118.04	66.26	51.42	0
Mom C. DW	0	7.49	9.65	17.16	22.52	25.73	26.81	25.73	22.52	17.16	9.65	7.49	0
Cort C. DC1	30.53	25.91	24.42	18.32	12.21	6.11	0	-6.11	-12.21	-18.32	-24.42	-25.91	-30.53
Cort C. DC2	1.38	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-1.38
Cort C. DC TOT	31.91	26.37	24.88	18.78	12.67	6.57	0.46	-6.57	-12.67	-18.78	-24.88	-26.37	-31.91
Cort C. DW	4.52	3.84	3.62	2.71	1.81	0.9	0	-0.9	-1.81	-2.71	-3.62	-3.84	-4.52

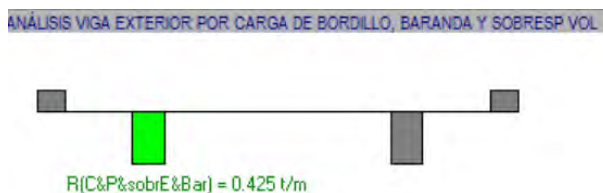


Figura 41. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 42.

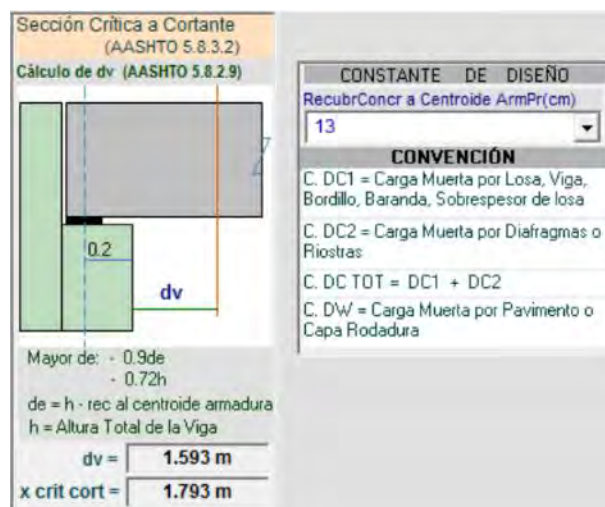


Figura 42. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 43.

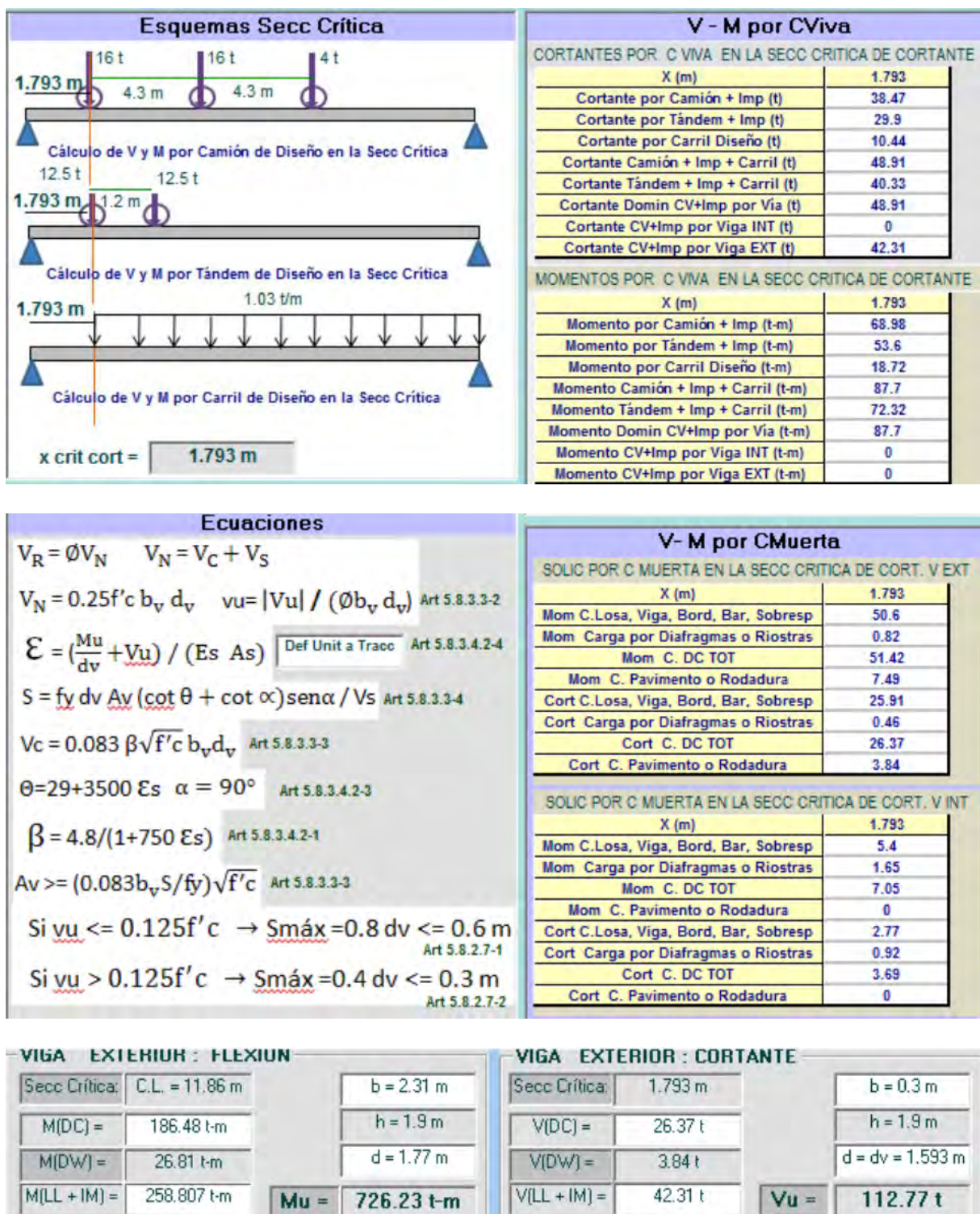


Figura 43. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 44.

X (m)	0	0.3	2.372	4.744	7.116	9.488	11.86	14.232	16.604	18.976	21.348	23.42	23.72
Mom CV+Imp (t-m)	0	13.9	99.08	173.51	223.3	252.39	258.81	252.39	223.3	173.51	99.08	13.9	0
Mom C.DC (t-m)	0	51.42	66.26	118.04	155.34	178.15	186.48	178.15	155.34	118.04	66.26	51.42	0
Mom C.DW (t-m)	0	7.49	9.65	17.16	22.52	25.73	26.81	25.73	22.52	17.16	9.65	7.49	0

X (m)	0	1.793	2.372	4.744	7.116	9.488	11.86	14.232	16.604	18.976	21.348	21.927	23.72
Cort CV+Imp (t)	46.96	42.31	40.71	34.46	28.21	21.96	15.7	21.96	28.21	34.46	40.71	42.31	46.96
Cort C. DC TOT (t)	31.91	26.37	24.88	18.78	12.67	6.57	0.46	6.57	12.67	18.78	24.88	26.37	31.91
Cort C. DW (t)	4.52	3.84	3.62	2.71	1.81	0.9	0	0.9	1.81	2.71	3.62	3.84	4.52

Figura 44. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas longitudinales para las cargas DC, DW y LL+IM.

A continuación, se presenta el análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM.

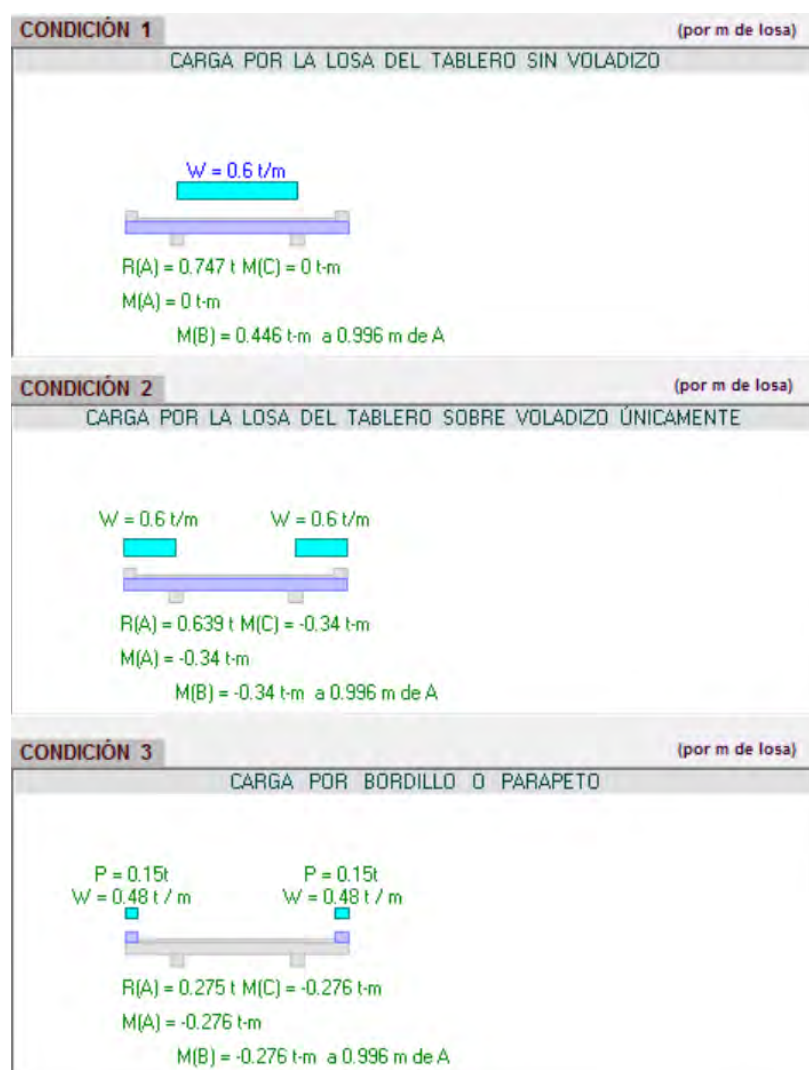


Figura 45. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 46.



Figura 46. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 47.

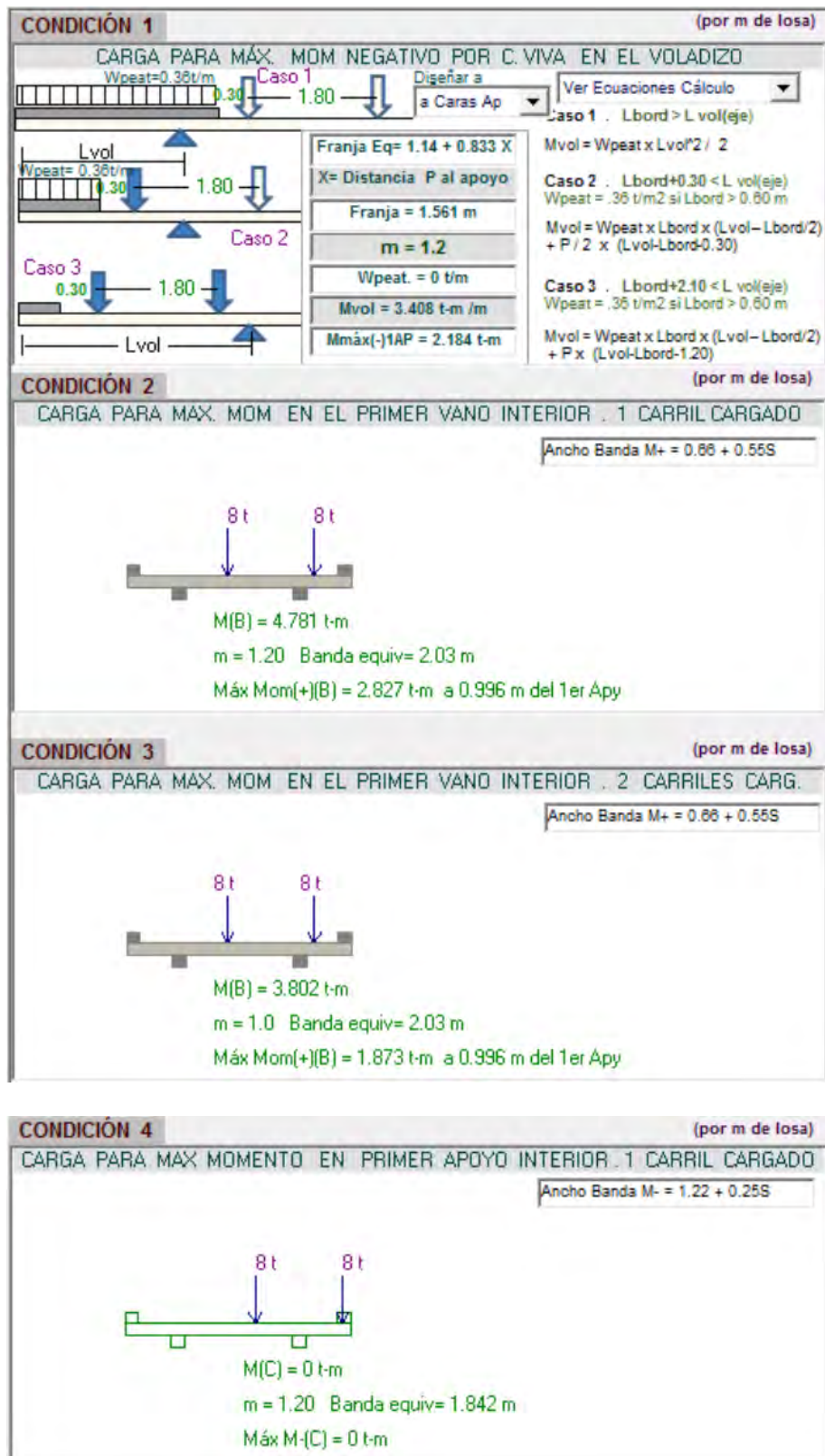


Figura 47. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM. Continúa en figura 48.

PARÁMETROS DE ANÁLISIS

Método de Análisis: Franjas Equivalentes : Art 4.6.2.1.3

Determinación de las Franjas Equivalentes : Tabla 4.6.2.1.3-1

Carga Viva: Camión de Diseño (Carga de Eje) : Art 3.6.1.3.3

El Mom Positivo Extremo (Máx) en cualquier panel se aplica a todas las regiones de Mom Pos. (Art 4.6.2.1.1)

El Mom Negativo Extremo en cualquier panel se aplica a todas las regiones de Mom Neg. (Art 4.6.2.1.1)

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA LOSA DEL TABLERO										(por m de losa)
Solicitud de Carga:	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 9	
Momento en 1er Apoyo (t-m)	0	-0.34	-0.276	-0.053	-2.184	-	-	-	-	
Momento en 1er Tramo (t-m)	0.446	-0.34	-0.276	0.069	-	2.827	1.873	-	-	
Momento en 2do Apoyo (t-m)	0	-0.34	-0.276	-0.053	-	-	-	0	-	

Tipo de Carga	Descripción
C. Tipo 1	DC. Losa Tablero SIN Voladizos
C. Tipo 2	DC. Losa Tablero SOLO Voladizos
C. Tipo 3	DC. Solo Parapeto o Bordillos
C. Tipo 4	DW. Solo Capa Rodadura o Pavimento
C. Tipo 5	LL. Carga Camión para Max Mom(-) en Volados
C. Tipo 6	LL. Carga Camión para Max Mom(+) en 1er Vano. 1 Carr Carg
C. Tipo 7	LL. Carga Camión para Max Mom(+) en 1er Vano. 2 Carr Carg
C. Tipo 8	LL. Carga Camión para Max Mom(-) en 1er Apy Int. 1 Carr Carg
C. Tipo 9	LL. Carga Camión para Max Mom(-) en 1er Apy Int. 2 Carr Carg

Parámetros de Análisis y Diseño		
ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA I		
$Q = (1.00)\gamma_p DC + (1.00)\gamma_p DW + 1.00 (1.75) (LL+IM)$		
IM= 33 % LL		

γ_p	MÁX	MÍN
DC	1.25	0.9
DW	1.5	0.65

CÁLCULO DETALLADO DE LAS SOLICITACIONES DE DISEÑO DE LA LOSA

Solicitud (por m de losa)	Detalle de los Cálculos	Valor
Mom en 1er Apoyo. 1 CarrCarg (t-m)	$1.25 \times (0 + -0.34 + -0.276) + 1.50 \times (-0.053) + 1.75 \times (-2.184) \times 1.33$	-5.934
Mom en 1er Tramo. 1 CarrCarg (t-m)	$1.25 \times 0.446 + 0.9 \times (-0.34) + 0.9 \times (-0.276) + 1.5 \times (0.069) + 1.75 \times (2.827) \times 1.33$	6.686
Mom en 1er Tramo. 2 CarrCarg (t-m)	$1.25 \times 0.446 + 0.9 \times (-0.34) + 0.9 \times (-0.276) + 1.5 \times (0.069) + 1.75 \times (1.873) \times 1.33$	4.467
Mom en 2do Apoyo. 1 CarrCarg (t-m)	$1.25 \times 0 + 1.25 \times (-0.34) + 1.25 \times (-0.276) + 1.5 \times (-0.053) + 1.75 \times (0) \times 1.33$	-0.851
Mom en 2do Apoyo. 2 CarrCarg (t-m)	$1.25 \times 0 + 1.25 \times (-0.34) + 1.25 \times (-0.276) + 1.5 \times (-0.053) + 1.75 \times (0) \times 1.33$	-

Mom Mu(-) Máximo Abs = -5.934 t-m / m
Mom Mu(+) Máximo Abs = 6.686 t-m / m

Figura 48. Análisis y cálculo de las solicitaciones de diseño a momentos flectores en la placa del tablero para las cargas DC, DW y LL+IM.

8.10 Evaluación de los Factores de Clasificación.

La evaluación de la capacidad de carga por factores de clasificación (factor rating), corresponde a la metodología descrita en el manual para evaluación de puentes de la AASHTO,

esta norma de revisión de puentes existentes está concebida para hacer un balance entre la seguridad y la economía, y tiene dos opciones de evaluación:

Factores de clasificación de carga y resistencia basados en la filosofía de AASHTO LRFD.

Factores de clasificación de carga y resistencia basados en la filosofía de AASHTO LRFD.

La metodología utiliza factores de carga y resistencia calibrados con base en la teoría de confiabilidad estructural.

La ecuación general para la determinación de disco factor en cada componente, es la siguiente:

$$RF = \frac{C - (\gamma_{DC})(DC) - (\gamma_{DW})(DW) \pm (\gamma_P)(P)}{(\gamma_{LL})(LL + IM)} \quad (6A.4.2.1-1)$$

Donde C representa la capacidad del elemento y está definido por:

$$C = \phi_c \phi_s \phi R_n \quad (6A.4.2.1-2)$$

Donde se aplicará el siguiente límite inferior:

$$\phi_c \phi_s \geq 0.85 \quad (6A.4.2.1-3)$$

Donde:

RF = Factor de clasificación

C = Capacidad del elemento

R_n = Resistencia nominal del elemento

DC = Peso propio de los componentes estructurales y de los accesorios no estructurales

DW = Peso propio de carpeta de rodamiento y de las instalaciones

P = Cargas permanentes que no sean cargas muertas

LL = Carga viva vehicular

IM = Incremento de carga dinámica vehicular

γ_{DC} = Factor de carga LRFD para componentes estructurales y accesorios no estructurales

γ_{DW} = Factor de carga LRFD para carpeta de rodamiento e instalaciones

γ_P = Factor de carga LRFD para cargas permanentes que no sean cargas muertas = 1.00

γ_{LL} = Factor de evaluación para carga viva

ϕ_C = Factor de condición

ϕ_S = Factor del sistema

ϕ = Factor de resistencia LRFD

Los factores de reducción de resistencia que afectan los estados límites tienen en cuenta las causas de incertidumbre que pueden ser clasifican en tres categorías:

1. Factor material. Incluye la resistencia del material, módulo de elasticidad, esfuerzos de tensión y composición química.
2. Factor de fabricación. Incluye geometría, dimensiones y módulo de sección.
3. Factor de análisis. Incluye método aproximado de análisis, tensión idealizada y modelo de distribución de tensión.

Los valores de los factores de reducción de resistencia dependen de tres factores:

Factor de condición (ϕ_c). Es una reducción de la variable de resistencia relacionada con el nivel de deterioro de los miembros.

Tabla 6.

Factor de condición ϕ_c

Table 6A.4.2.3-1—Condition Factor: ϕ_c

Structural Condition of Member	ϕ_c
Good or Satisfactory	1.00
Fair	0.95
Poor	0.85

Adaptado de la AASHTO. The manual for bridge evaluation

Factor del sistema (ϕ_s). Este factor refleja el nivel de redundancia.

Tabla 7.

Factor del sistema ϕ_s

Table 6A.4.2.4-1—System Factor: ϕ_s for Flexural and Axial Effects

Superstructure Type	ϕ_s
Welded Members in Two-Girder/Truss/Arch Bridges	0.85
Riveted Members in Two-Girder/Truss/Arch Bridges	0.90
Multiple Eyebar Members in Truss Bridges	0.90
Three-Girder Bridges with Girder Spacing 6 ft	0.85
Four-Girder Bridges with Girder Spacing ≤ 4 ft	0.95
All Other Girder Bridges and Slab Bridges	1.00
Floorbeams with Spacing > 12 ft and Noncontinuous Stringers	0.85
Redundant Stringer Subsystems between Floorbeams	1.00

Adaptado de la AASHTO. The manual for bridge evaluation

Finalmente, la evaluación del factor de clasificación para momento y cortante se expresa por medio de las siguientes ecuaciones:

$$RF = \frac{\phi M_n - \gamma_{DC} M_{DC} - \gamma_{DW} M_{DW} - \gamma_P M_P}{\gamma_L M_{LL+IM}}$$

AASHTO MBE eq. 6A-4.2.1

$$RF = \frac{\phi V_n - \gamma_{DC} V_{DC} - \gamma_{DW} V_{DW} - \gamma_P V_P}{\gamma_L V_{LL+IM}}$$

AASHTO MBE eq. 6A-4.2.1

8.11 Capacidad a Flexión de las Vigas Longitudinales.

Para el cálculo del momento nominal resistente a flexión, de las vigas longitudinales, se considera una sección de 30 cm de ancho por 190 cm de alto, en concreto reforzado de $f'_c = 3000$ psi (21 MPa).

De acuerdo con lo indicado en el plano de construcción para puentes de concreto para una vía, de la cartilla del Fondo nacional de caminos vecinales, para una luz de 24 m, el refuerzo longitudinal en la mitad de la luz, donde se presenta el máximo momento flector, corresponde a 16 barras de 1" de diámetro, en acero corrugado de $F_y = 60000$ psi (420 MPa); esta disposición se verifico con los barridos con el equipo PROFOMETER 650 AI, para la primera fila inferior.

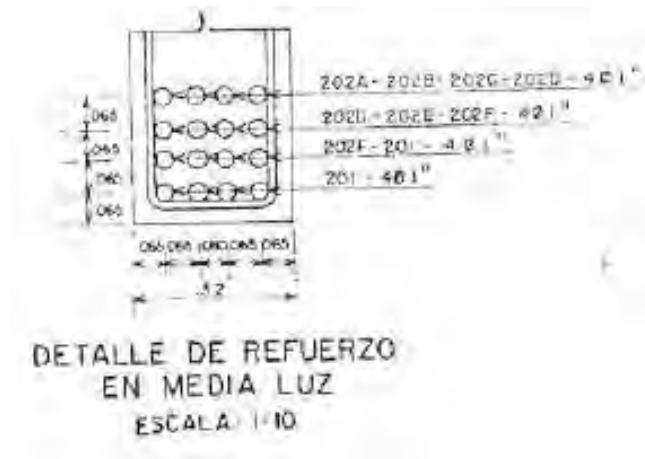


Figura 49. Distribución del refuerzo longitudinal en el centro de la luz de las vigas.

El momento resistente a flexión se calcula por medio del método de resistencia última del concreto reforzado.

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - 0.59 \frac{\rho f_y d}{f'_c} \right) \quad \rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = 16 * 510 \text{ mm}^2 = 8160 \text{ mm}^2$$

$$d = 1770 \text{ mm}$$

$$\rho = 8160 \text{ mm}^2 / (2310 \text{ mm} * 1770 \text{ mm}) = 0.001995$$

$$\phi M_n = 0.90 * 8160 \text{ mm}^2 * 420 \text{ MPa} \left(1770 \text{ mm} - 0.59 \frac{0.001995 * 420 \text{ MPa} * 1770 \text{ mm}}{21 \text{ MPa}} \right) = 5331 \text{ kN-m}$$

=543.42 ton-m.

8.12 Capacidad a Cortante de las Vigas.

De acuerdo con lo indicado en el plano de construcción para puentes de concreto para una vía, de la cartilla del Fondo nacional de caminos vecinales, para una luz de 24 m, el refuerzo transversal en la zona del apoyo, donde se presenta el máximo cortante, corresponde a flejes de dos ramas en barras de 1/2" de diámetro, separadas cada 30 cm, en acero corrugado de $F_y =$

60000 psi (420 MPa); esta disposición se verificó con los barridos con el equipo PROFOMETER 650 AI, encontrándose flejes en barras de 3/8” de diámetro, separadas cada 15 cm en promedio, distribución equivalente a la presentada en los planos de la cartilla.

-La resistencia nominal de cortante está dada por la menor de las siguientes ecuaciones:

$$V_n = V_c + V_s + V_p \quad (5.8.3.3-1)$$

$$V_n = 0.25 f'_c b_v d_v + V_p \quad (5.8.3.3-2)$$

Donde:

$$V_c = 0.083 \beta \sqrt{f'_c} b_v d_v$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cot \theta + \cot \alpha) \operatorname{sen} \alpha}{s} \quad (5.8.3.3-4)$$

V_p , es la componente de la fuerza efectiva de preesforzado, se considera igual a 0.

d_v , es la profundidad efectiva a cortante tomada como la distancia, perpendicular al eje neutro, entre resultantes de las fuerzas de tracción y compresión por flexión. El valor de d_v es el mayor entre 0.90 d y 0.72 h.

β es el factor que indica la capacidad del concreto agrietado diagonalmente de transmitir tracción y cortante. Para secciones que contienen por lo menos la cantidad mínima de refuerzo a cortante, el valor de β , puede determinarse como:

$$\beta = \frac{4.8}{(1 + 750\epsilon_s)} \quad (5.8.3.4.2-1)$$

$$\theta = 29 + 3500\epsilon_s \quad (5.8.3.4.2-3)$$

$$\epsilon_s = \frac{\left(\frac{|M_u|}{d_v} + 0.5N_u + |V_u - V_p| - A_{ps}f_{po} \right)}{E_s A_s + E_p A_{ps}} \quad (5.8.3.4.2-4)$$

$$\epsilon = 0.00071 \quad \theta = 31.5^\circ \quad \beta = 3.13 \quad \alpha = 90^\circ$$

$$A_v = 71 \text{ mm}^2$$

$$d_v = 1593 \text{ mm}$$

$$V_c = 0.083 * 3.13 * \sqrt{21 \text{ MPa}} * 0.30 \text{ m} * 1.593 \text{ m} = 0.056 \text{ MN} = 568.94 \text{ kN} = 57.99 \text{ ton}$$

$$V_s = 2 * 71 \text{ mm}^2 * 420 \text{ MPa} * 1593 \text{ mm} * (\cot 31.5^\circ + \cot 90^\circ) \sin 90^\circ /$$

$$150 \text{ mm} = 1033.57 \text{ kN} = 105.36 \text{ ton}$$

$$\phi V_n = 0.85 * (57.99 \text{ ton} + 105.36 \text{ ton}) = 138.84 \text{ ton} \quad \text{Rige}$$

$$\phi V_n = 0.85 * 0.25 * 21 \text{ MPa} * 300 \text{ mm} * 1593 \text{ mm} + 0 = 2132.62 \text{ kN} = 217.39 \text{ ton}$$

8.13 Capacidad a Flexión de la Placa del Tablero.

Para el cálculo del momento nominal resistente a flexión de la placa de 25 cm de espesor, se asigna concreto reforzado de $f'_c = 3000$ psi (21 MPa).

De acuerdo con lo indicado en el plano de construcción para puentes de concreto para una vía, de la cartilla del Fondo nacional de caminos vecinales, para una luz de 24 m, el refuerzo transversal inferior y superior en la placa, corresponde a barras de 5/8" de diámetro separadas cada 20 cm, en acero corrugado de $F_y = 60000$ psi (420 MPa); esta disposición se verificó con los barridos con el equipo PROFOMETER 650 AI, para el refuerzo inferior.

El momento resistente a flexión se calcula por medio del método de resistencia última del concreto reforzado.

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - 0.59 \frac{\rho f_y d}{f'_c} \right) \quad \rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = 995 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$d = 215 \text{ mm}$$

$$\rho = 995 \text{ mm}^2 / (1000 \text{ mm} * 215 \text{ mm}) = 0.004628$$

$$\phi M_n = 0.90 * 995 \text{ mm}^2 * 420 \text{ MPa} \left(215 \text{ mm} - 0.59 \frac{0.004628 * 420 \text{ MPa} * 215 \text{ mm}}{21 \text{ MPa}} \right) = 76.44 \text{ kN-m} = 7.79 \text{ ton-m.}$$

8.14 Cálculo de los Factores de Clasificación.

Tabla 8.

Resumen de solicitaciones y capacidades

	M y DC ton-m	M y DW ton-m	M y (LL+IM) ton-m	ϕM_n ton-m
Vigas longitudinales	233.10	40.22	452.91	543.42

	V y DC ton	V y DW ton	V y (LL+IM) ton	ϕV_n ton
Vigas longitudinales	32.96	5.76	74.04	138.84

	M y DC ton-m	M y DW ton-m	M y (LL+IM) ton-m	ϕM_n ton-m
Placa M(+)	0.56	0.10	6.58	7.79
Placa M(-)	0.77	0.08	5.08	7.79

Factor de condición (ϕ_c). De acuerdo con el diagnostico de lesiones y daños realizado, los elementos del puente no presentan deterioro considerable, por tanto, se toma $\phi_c = 1.00$.

Factor del sistema (ϕ_s). De acuerdo con la tabla 16, para puentes dos vigas y losa se toma $\phi_s = 1.00$.

Tabla 9.

Resumen factores de clasificación

		VIGAS LONGITUDINALES	PLACA TABLERO M(+)	PLACA TABLERO M(-)
RF	Flexión	0.60	1.08	1.37
	Cortante	1.35		

Los criterios de uso del RF, se basan en que las estructuras que tengan un factor de clasificación mayor de 1.00 tienen la capacidad de carga adecuada para las condiciones analizadas, y los que tengan el factor de clasificación menor que 1.00 deben ser rehabilitados y actualizados.

El puente tipo vigas y losa analizado, presenta un RF menor a 1.00, para flexión en las vigas longitudinales, bajo la combinación del estado límite de resistencia I, que corresponde a las cargas vivas de diseño del CCP-14 con un factor de mayoración de 1.75. Para las solicitaciones de cortante en las vigas longitudinales y a momento en la placa del tablero, se obtiene un RF mayor a 1.00.

De acuerdo con lo anterior, se requiere intervención para rehabilitación y actualización de las vigas longitudinales a flexión en el centro de la luz.

9. Análisis

9.1 Descripción de la Patología Más Relevante en el Paciente.

Las lesiones de tipo estructural y mecánica fueron las más relevantes dentro del estudio realizado al paciente.

9.2 Diagnóstico General del Paciente.

Con base en el diligenciamiento de las fichas de calificación elaboradas para el estudio del paciente, se pudo comprender el estado actual de la estructura. El principal tipo de lesión encontrado es del tipo mecánica, de severidad alta, causada por una deficiente construcción de los elementos estructurales. Se evidencia en el paciente hormigoneos, juntas frías en elementos como vigas, estribos y aletas. También se presentan agrietamientos en las placas de aproximación ocasionados por mal drenaje y posterior asentamiento del suelo granular. Además, por restricción en el movimiento de las placas aledañas al puente tanto en el costado norte como sur, por la falta de juntas de expansión.

Se requiere realizar la intervención inmediata de los elementos afectados por medio de técnicas de reparación curativa, de mantenimiento y limpieza de la estructura, debido a que las afectaciones de los elementos pueden ocasionar daños a la integridad de los usuarios de la estructura.

En el Anexo 3 se presentan los resultados del diagnóstico realizado.

9.2.1 Diagnóstico y Reforzamiento Estructural.

Como resultado del análisis estructural, se concluyó que se requiere intervención para rehabilitación y actualización de las vigas longitudinales a flexión en el centro de la luz, de la siguiente manera:

- Para el reforzamiento requerido en las vigas longitudinales del puente, se proyecta el recalde inferior de las vigas, aumentando la dimensión horizontal (ancho) y vertical (altura) del patín de las vigas en concreto reforzado, esta intervención se calculó para incrementar la resistencia a flexión positiva.

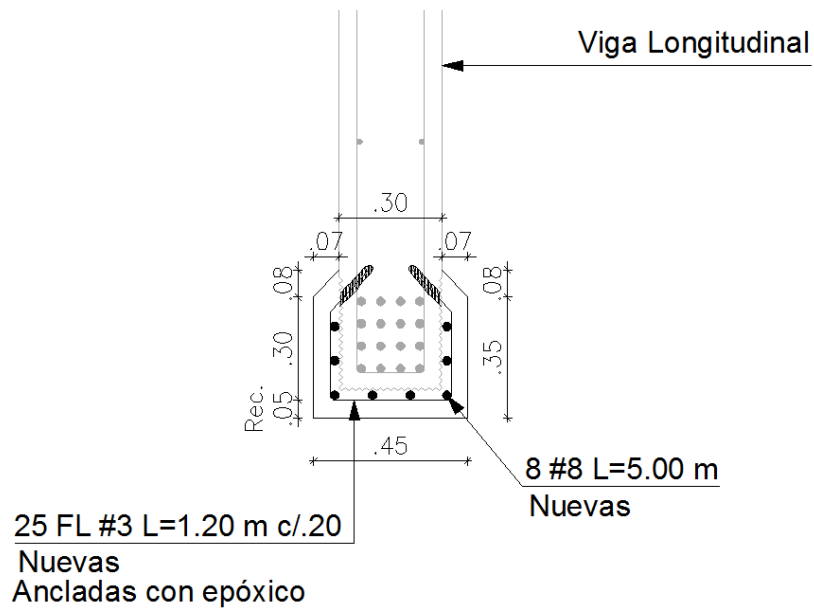


Figura 50. Distribución del refuerzo longitudinal de reforzamiento en el centro de la luz de las vigas

Como se observa en la figura 39, el reforzamiento propuesto en las vigas longitudinales, consiste en la adición de ocho nuevas barras de acero de refuerzo de 1" de diámetro instaladas según detalle, para incrementar el momento resistente a flexión

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - 0.59 \frac{\rho f_y d}{f'_c} \right) \quad \rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_{se} = 16 * 510 \text{ mm}^2 = 8160 \text{ mm}^2 \text{ (existente)}$$

$$A_{sR} = 8 * 510 \text{ mm}^2 = 4080 \text{ mm}^2 \text{ (Reforzamiento)}$$

$$d = 1770 \text{ mm}$$

$$\rho = 12240 \text{ mm}^2 / (2310 \text{ mm} * 1770 \text{ mm}) = 0.002993$$

$$\phi M_n = 0.90 * 12240 \text{ mm}^2 * 420 \text{ MPa} \left(1770 \text{ mm} - 0.59 \frac{0.002993 * 420 \text{ MPa} * 1770 \text{ mm}}{21 \text{ MPa}} \right) = 7900 \text{ kN-m}$$

$$= 805.30 \text{ ton-m}$$

El momento nominal resistente de la sección reforzada es de 805.30 ton-m, mayor que el momento ultimo mayorado para la combinación del estado límite de resistencia I de 726.23 ton-m.

- Las vías de aproximación presentan lesiones importantes como agrietamientos y hundimientos, las cuales requieren de inspecciones destructivas con el fin determinar la causa de estas lesiones y su posible forma de intervención para darles una solución adecuada. Estas lesiones tienen relación con el puente solo en las placas anexas a los estribos, ya que carece de junta de expansión, lo que restringe el movimiento de las placas por acción de cambios volumétrico por temperatura. El riesgo de afectación por sismo en este tipo de construcción es bajo.

9.3 Propuestas de Intervención.

9.3.1 Intervención uno.

La primera intervención se propone para garantizar tanto la reparación de las lesiones evidenciadas como la durabilidad de la estructura mediante el reforzamiento de las vigas principales, por medio de materiales de alta calidad, el reforzamiento estructural con mortero de reparación de alto módulo. Además, los procedimientos presentados incluyen materiales que generan una adecuada protección de las estructuras afectadas.

Tabla 10.

Primera Intervención propuesta.

	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN DEL ORIGEN DE LA CAUSA RESPECTO A LA LESIÓN PRESENTADA	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN 01
1	SUPERFICIE DEL PUENTE	Desgaste producido por efecto abrasivo del tránsito de vehículos durante sus 20 años de operación.	Construcción de sobrecapa de mortero acrílico de reparación $e=4$ cm ACI 224.R01, previo a la preparación de superficie CSP 10 con chorro de agua a baja presión (<35 Mpa) de acuerdo al lineamiento ICRI 310.2R con puente de adherencia que cumpla norma ASTM C1583.
2	JUNTAS DE EXPANSIÓN	En la ejecución de las obras no se tuvieron en cuenta la construcción de juntas.	Construcción de junta de dilatación en material elastomérico armado para desplazamiento pequeño admitido=50mm anclado a superficie mediante pernos de anclaje de acero fijadas mediante resina epóxica y mortero de reparación en los costados norte y sur
3	ANDENES Y BORDILLO	Desportillamiento ocasionado por agente antrópico.	Reparación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión a acero de refuerzo expuesto de acuerdo a lo descrito en el método 11.3 (aplicar inhibidor al hormigón) definido por la norma EN 1504-9 para el Principio 11(control anódico).
		Presencia de organismos vegetales por acumulación y falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621. Además un recubrimiento con impregnante hidrófugo.
4	BARANDAS	No hay evidencia de haberse aplicado pintura en la baranda.	Suministro e instalación de baranda en tubería acero galvanizado de 2 ½". Base en platina e 20*20 mm x ¼. Anclajes en varilla roscada de 1/2" cumpliendo con los

		falta un tramo de baranda por acción antrópica	requisitos de la norma INVIAS 650, adherida al concreto por medio sistema de anclaje químico. Pintura tipo esmalte sobre base de imprimación aplicada a la baranda.
5	ILUMINACIÓN	No hay evidencia de instalación de redes de cableado, equipos y mobiliario para el sistema de iluminación. Necesaria por estar en zona urbana.	No se determina propuesta de intervención debido a que no se encuentra dentro del alcance del estudio patológico, por no ser considerada una lesión a la estructura del puente. Se recomienda realizar las actividades de instalación de redes de cableado, equipos y mobiliario para el sistema de iluminación de acuerdo a norma RETIE y RETILAB.
6	SEÑALIZACIÓN	Nunca se ha instalado señalización del puente. Sucede con la mayoría de la infraestructura vial del casco urbano del municipio.	No se encuentra dentro del alcance del estudio patológico por no ser considerada una lesión a estructura del puente. Se recomienda realizar la instalación de señalización horizontal y vertical de acuerdo a lo dispuesto por el ministerio de transporte e INVIAS.
7	DREANEJES	Falta de limpieza de los drenajes existentes.	Realizar la limpieza de drenajes de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1615.
8	ALETAS	Acabados de juntas mal terminados en el proceso de construcción Presencia de organismos vegetales por acumulación y falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Demolición y preparación de superficie con sierra y herramientas manuales y Sellado de juntas con sello elastomérico que cumpla la norma ASTM C920 Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621. Además un recubrimiento con impregnante hidrófugo.
9	ESTRIBOS	Grieta vertical ocasionada por mal procedimiento constructivo. Presencia de organismos animales por falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Reparación de grieta por inyección de resinas epóxicas con boquillas ancladas de acuerdo a lo descrito en AC1 224.1R. Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621. Además un recubrimiento con impregnante hidrófugo.
10	LOSA	Falta de recubrimiento de acero, ocasiona su exposición al medio ambiente el cual le genera corrosión. Presencia de organismos vegetales por acumulación y falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Reparación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión a acero de refuerzo expuesto Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621. Además un recubrimiento con impregnante hidrófugo.
11	VIGAS	Hormigonero causado por deficiencias en el vibrado del concreto. Se presenta en un sector puntal de la viga.	Reparación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia que cumpla norma ASTM C1583

		Junta fría construida de forma inadecuada causada por deficiencias constructivas.	instalación de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia que cumpla norma ASTM C1583
		Grieta por cortante. Inactiva.	Reparación de Grieta por inyección de Resinas epóxicas con boquillas ancladas, de acuerdo a lo descrito en ACI 224.1R.
		Se requiere intervención para rehabilitación y actualización de las vigas longitudinales a flexión en el centro de la luz, de acuerdo con el análisis estructural realizado	Recalce de vigas longitudinales, por medio del aumento de la dimensión horizontal (ancho) y vertical (altura) del patín de las vigas en concreto reforzado; acero corrugado: 25 FL #3 L=1,20m c/0,20 de y la adición de 8 barras #8 L= 5,0m. Anclado con resina epóxica. Mortero de reparación estructural de baja retracción y de alto módulo.
12	RIOSTRAS	Junta fría construida de forma inadecuada causada por deficiencias constructivas.	Aplicación de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia que cumpla norma ASTM C1583
		Hormigoneo causado por deficiencias en el vibrado del concreto. Se presenta en un sector puntal de la viga.	Adecuación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión a acero de refuerzo expuesto de acuerdo a lo descrito en el método 11.3 (aplicar inhibidor al hormigón) definido por la norma EN 1504-9 para el Principio 11(control anódico).
14	PLACAS DE VIAS DE APROXIMACIÓN	Agrietamientos en las placas ocasionados por asentamiento del suelo granular, generado falta de drenaje de aguas lluvias y por la desecación generada por las raíces del guadual ubicado en la orilla izquierda de la zona de aproximación sur del puente.	Demolición de placas en concreto existentes con martillo neumático y excavación mecánica de material granular afectado. Conformación de estructura con geotextil NT que cumpla norma INVIAS 231. Relleno en material granular compactado e=30cm INVIAS 330. Pavimento en concreto rígido de 4000 psi e=20cm norma INVIAS 500
		Agrietamientos ocasionados por restricción en el movimiento de las placas aledañas al puente por falta de junta de expansión.	

9.3.2 Intervención dos.

La segunda propuesta de intervención propone igualmente la reparación de las lesiones de manera óptima y reforzamiento de vigas; el reforzamiento estructural con mortero de reparación de alto módulo, se reducen los componentes de protección de la estructura ante acciones externas del entorno, lo que requiere una mayor atención en cuanto a mantenimiento por parte de las entidades encargadas del funcionamiento de las estructuras.

Tabla 11.

Segunda Intervención propuesta.

	COMPONENTE	DESCRIPCION DEL ORIGEN DE LA CAUSA RESPECTO A LA LESION PRESENTADA	PROPUESTA DE INTERVENCION 02
1	SUPERFICIE DEL PUENTE	Desgaste producido por efecto abrasivo del tránsito de vehículos durante sus 20 años de operación.	Construcción de sobrecapa de concreto de 4000 psi Norma ACI 224.R01, previo a la preparación de superficie CSP 10 con chorro de agua a baja presión (<35Mpa) de acuerdo al lineamiento ICRI 310.2R con puente de adherencia que cumpla norma ASTM C1583.
2	JUNTAS DE EXPANSIÓN	En la ejecución de las obras no se tuvieron en cuenta la construcción de juntas.	Construcción de junta de dilatación en ángulo de 1/4" con sello en neopreno de para desplazamiento pequeño admitido=50mm anclado a superficie de mortero de reparación en los costados norte y sur
3	ANDENES Y BORDILLO	Desportillamiento ocasionado por agente antrópico.	Reparación por medio de concreto de 3000 psi previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión a acero de refuerzo expuesto de acuerdo a lo descrito en el método 11.3 (aplicar inhibidor al hormigón) definido por la norma EN 1504-9 para el Principio 11(control anódico).
		Presencia de organismos vegetales por acumulación y falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621.
4	BARANDAS	No hay evidencia de haberse aplicado pintura en la baranda.	Suministro e instalación de baranda en tubería galvanizada de 2 ½". Base en platina e 20*20 mm x ¼. Anclajes en varilla roscada de 3/8" adherido al concreto por medio sistema de anclaje químico. Limpieza general de la superficie de la baranda de acuerdo a lo descrito en el manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1628.
		falta un tramo de baranda por acción antrópica	

5	ILUMINACIÓN	No hay evidencia de instalación de redes de cableado, equipos y mobiliario para el sistema de iluminación. Necesaria por estar en zona urbana.	No se determina propuesta de intervención debido a que no se encuentra dentro del alcance del estudio patológico por no ser considerada una lesión a la estructura del puente. Se recomienda realizar las actividades de de instalación de redes de cableado, equipos y mobiliario para el sistema de iluminación de acuerdo a norma RETIE y RETILAB.
6	SEÑALIZACIÓN	Nunca se ha realizado señalización del puente. Sucede con la mayoría de infraestructura vial del casco urbano del municipio.	No se encuentra dentro del alcance del estudio patológico por no ser considerada una lesión a estructura del puente. Se recomienda realizar la instalación de señalización horizontal y vertical de acuerdo a lo dispuesto por el ministerio de transporte e INVIAS.
7	DRENAJES	Falta de limpieza de los drenajes existentes.	Realizar la limpieza de drenajes de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de manenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1615.
8	ALETAS	Acabados de juntas mal terminados en el proceso de construcción	Preparación de superficie con pulidora y herramienta manual y sellado de juntas con sello elastomérico que cumpla la norma ASTM C920
		Presencia de organismos vegetales por acumulación y falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621.
9	ESTRIBOS	Grieta vertical ocasionada por mal procedimiento constructivo.	Reparación de Grieta Por medio de perfilado y sellado de acuerdo a lo descrito en ACI 224.1R.
		Presencia de organismos animales por falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621.
10	LOSA	Falta de recubrimiento de acero, ocasiona su exposición al medio ambiente el cual le genera corrosión.	Reparación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión a acero de refuerzo expuesto
		Presencia de organismos vegetales por acumulación y falta de mantenimiento y limpieza de la estructura.	Realizar la limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la Norma INVIAS 801-07 – Mantenimiento rutinario de vías, numeral 8.1.4.7. y manual de mantenimiento de carreteras Vol.2, especificación 1614 y 1621.
11	VIGAS	Hormigonero causado por deficiencias en el vibrado del concreto. Se presenta en un sector puntal de la viga.	Reparación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia que cumpla norma ASTM C1583
		Junta fría construida de forma inadecuada causada por deficiencias constructivas.	Recubrimiento con impregnante hidrófugo para protección de estructura contra el ataque de agentes ambientales externos.

		Grieta por cortante. Inactiva.	Reparación de Grieta Por Inyección de Resinas epóxicas con boquillas ancladas, de acuerdo a lo descrito en ACI 224.1R.
		Se requiere intervención para rehabilitación y actualización de las vigas longitudinales a flexión en el centro de la luz, de acuerdo con el análisis estructural realizado	Recalce de vigas longitudinales, por medio del aumento de la dimensión horizontal (ancho) y vertical (altura) del patín de las vigas en concreto reforzado; acero corrugado: 25 FL #3 L=1,20m c/0,20 de y la adición de 8 barras #8 L= 5,0m. Anclado con resina epóxica. Mortero de reparación estructural de baja retracción y de alto módulo.
12	RIOSTRAS	Junta fría construida de forma inadecuada causada por deficiencias constructivas.	Recubrimiento con impregnante hidrófugo para protección de estructura contra el ataque de agentes ambientales externos.
		Hormigoneo causado por deficiencias en el vibrado del concreto. Se presenta en un sector puntal de la viga.	Adecuación por medio de mortero de reparación previo a la preparación de superficie con picado manual de acuerdo a lineamiento ICRI 310.1R y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión a acero de refuerzo expuesto de acuerdo a lo descrito en el método 11.3 (aplicar inhibidor al hormigón) definido por la norma EN 1504-9 para el Principio 11(control anódico).
14	PLACAS DE VIAS DE APROXIMACIÓN	Agrietamientos en las placas ocasionados por asentamiento del suelo granular, generado falta de drenaje de aguas lluvias y por la desecación generada por las raíces del guadual ubicado en la orilla izquierda de la zona de aproximación sur del puente.	Demolición de placas en concreto existentes con herramienta manual de demolición y excavación manual de material granular afectado. Conformación de estructura con geotextil NT que cumpla norma INVIAS 231. Relleno en material granular compactado e=30cm INVIAS 330. Pavimento en concreto rígido de 4000 psi e=20cm norma INVIAS 500
		Agrietamientos ocasionados por restricción en el movimiento de las placas aledañas al puente por falta de junta de expansión.	

9.4 Presupuestos de Obras de Intervención.

9.4.1 Presupuesto de intervención uno.

No.	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN					
1	Suministro e instalación de junta de dilatación en material elastomérico armado para desplazamiento iguales a 50 mm. Anclado a la superficie mediante pernos de anclaje de acero fijados mediante resina epóxica.	ML	8,20	\$ 1.019.000	\$ 8.355.800
SUB-TOTAL					\$ 8.355.800
ANDENES Y BORDILLOS					
2	Picado manual de acuerdo a los lineamientos del ICRI 310.1 r	ML	48,60	\$ 48.962	\$ 2.379.553
3	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja retracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	0,76	\$ 10.519.000	\$ 7.975.085
4	Suministro y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión.	Kg	60,00	\$ 50.500	\$ 3.030.000
SUB-TOTAL					\$ 13.384.638
BARANDAS					
5	Suministro e instalación de baranda en tubería acero galvanizado de 2 1/2". Base en platina de 20 x 20 mm x 1/4". Ancladas con varilla roscada de 1/2" cumpliendo con la norma INVIAS 650	ML	48,60	\$ 654.590	31.813.074
SUB-TOTAL					31.813.074
DRENAJES					
6	Realizar la limpieza de drenajes de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	UND	80,00	\$ 19.860	\$ 1.588.800
SUB-TOTAL					\$ 1.588.800
ALETAS					
7	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	M2	52,80	\$ 32.300	\$ 1.705.440
8	Suministro e instalación de juntas de construcción con sello elastomérico que cumpla con la norma ASTM C920 incluye demolición y preparación de la superficie con equipos y herramientas manuales.	ML	24,80	\$ 618.900	\$ 15.348.720
SUB-TOTAL					\$ 17.054.160

ESTRIBOS					
9	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	M2	28,70	\$ 32.300	\$ 927.010
10	Suministro e instalación de resinas epóxica con boquillas ancladas de acuerdo a lo descrito en ACI 224,.1R	kg	18,00	\$ 418.080	\$ 7.525.440
SUB-TOTAL					\$ 8.452.450
LOSA					
11	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	M2	99,63	\$ 21.850	\$ 2.176.916
12	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja retracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	3,99	\$ 10.519.000	\$ 41.920.319
SUB-TOTAL					\$ 44.097.235
VIGAS					
13	Escarificación de la parte inferior de vigas para recalce	ML	30,00	\$ 33.500	\$ 1.005.000
14	Suministro e instalación e anclajes epóxicos para barras de diámetro 3/8" y profundidad de 8 Cm	UND	300,00	\$ 4.800	\$ 1.440.000
15	Suministro e instalación de acero de refuerzo $F_y=60000$ PSI o 4200 Mpa	KG	1.047,25	\$ 11.443	\$ 11.983.659
16	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja tracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	2,40	\$ 7.850.000	\$ 18.840.000
17	Suministro e instalación de resinas epóxica con boquillas ancladas de acuerdo a lo descrito en ACI 224,.1R	Kg	62,00	\$ 312.000	\$ 19.344.000
SUB-TOTAL					\$ 52.612.659
RIOSTRAS					
18	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja tracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	0,99	\$ 10.519.000	\$ 10.361.215
SUB-TOTAL					\$ 10.361.215
PLACAS DE APROXIMACIÓN					
19	Demolición de placas de aproximación incluye retiro de material sobrante y disposición final	M2	74,17	\$ 56.459	\$ 4.187.508
20	Excavación manual a todo factor incluye retiro de material sobrante	M3	22,25	\$ 85.612	\$ 1.904.927
21	Suministro e instalación de relleno en material seleccionado	M3	22,25	\$ 141.787	\$ 3.154.860
22	Suministro e instalación de concreto reforzado de 4000 psi	M3	14,83	\$ 2.846.936	\$ 42.230.879
SUB-TOTAL					\$ 51.478.174

VALOR COSTOS DIRECTOS		\$ 178.506.122
ADMINISTRACION	26%	\$ 46.411.592
IMPREVISTOS	3%	\$ 5.355.184
UTILIDAD	5%	\$ 8.925.306
VALOR TOTAL OBRA		\$ 239.198.204

9.4.2 Presupuesto de intervención dos.

No.	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN					
1	Suministro e instalación de junta de dilatación en ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" con sello en neopreno para desplazamiento pequeño admitido = 50mm. Anclado a la superficie con mortero en ambos costados	ML	8,20	\$ 756.400	\$ 6.202.480
SUB-TOTAL					\$ 6.202.480
ANDENES Y BORDILLOS					
2	Picado manual de acuerdo a los lineamientos del ICRI 310.1 r	ML	48,60	\$ 48.962	\$ 2.379.553
3	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja retracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	0,76	\$ 10.519.000	\$ 7.975.085
4	Suministro y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión.	Kg	60,00	\$ 50.500	\$ 3.030.000
SUB-TOTAL					\$ 13.384.638
BARANDAS					
5	Suministro e instalación de baranda en tubería acero galvanizado de 2 1/2". Base en platina de 20 x 20 mm x 1/4". Ancladas con varilla roscada de 1/2" cumpliendo con la norma INVIAS 650	ML	5,00	\$ 654.590	\$ 3.272.950
6	Limpieza y pintura de baranda existe, incluye adecuaciones en soldadura, remplazo de piezas existentes, pintura en esmalte sobre base de imprimación aplicada a la baranda y todo lo necesario para el correcto desarrollo de las actividades.	MI	43,60	\$ 322.500	\$ 14.061.000
SUB-TOTAL					\$ 17.333.950
DRENAJES					
7	Realizar la limpieza de drenajes de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	UND	80,00	\$ 19.860	\$ 1.588.800
SUB-TOTAL					\$ 1.588.800
ALETAS					
8	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	M2	52,80	\$ 32.300	\$ 1.705.440

9	Suministro e instalación de juntas de construcción con sello elastomérico que cumpla con la norma ASTM C920 incluye demolición y preparación de la superficie con equipos y herramientas manuales.	ML	24,80	\$ 618.900	\$ 15.348.720
SUB-TOTAL					\$ 17.054.160
ESTRIBOS					
10	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	M2	28,70	\$ 32.300	\$ 927.010
11	Suministro e instalación de resinas epóxica con boquillas ancladas de acuerdo a lo descrito en ACI 224.,1R	kg	18,00	\$ 418.080	\$ 7.525.440
SUB-TOTAL					\$ 8.452.450
LOSA					
12	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	M2	99,63	\$ 21.850	\$ 2.176.916
13	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja retracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	3,99	\$ 10.519.000	\$ 41.920.319
SUB-TOTAL					\$ 44.097.235
VIGAS					
14	Escarificación de la parte inferior de vigas para recalce	ML	30,00	\$ 33.500	\$ 1.005.000
15	Suministro e instalación e anclajes epóxicos para barras de diámetro 3/8" y profundidad de 8 Cm	UND	300,00	\$ 4.800	\$ 1.440.000
16	Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=60000 PSI o 4200 Mpa	KG	1.047,25	\$ 11.443	\$ 11.983.659
17	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja tracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	2,40	\$ 7.850.000	\$ 18.840.000
18	Suministro e instalación de resinas epóxica con boquillas ancladas de acuerdo a lo descrito en ACI 224.,1R	Kg	62,00	\$ 312.000	\$ 19.344.000
SUB-TOTAL					\$ 52.612.659
RIOSTRAS					
19	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja tracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	M3	0,99	\$ 10.519.000	\$ 10.361.215
SUB-TOTAL					\$ 10.361.215
PLACAS DE APROXIMACIÓN					
20	Demolición de placas de aproximación incluye retiro de material sobrante y disposición final	M2	74,17	\$ 56.459	\$ 4.187.508

21	Excavación manual a todo factor incluye retiro de material sobrante	M3	22,25	\$ 85.612	\$ 1.904.927
22	Suministro e instalación de relleno en material seleccionado	M3	22,25	\$ 141.787	\$ 3.154.860
23	Suministro e instalación de concreto reforzado de 4000 psi	M3	14,83	\$ 2.846.936	\$ 42.230.879
SUB-TOTAL					\$ 51.478.174
VALOR COSTOS DIRECTOS					\$ 166.093.851
	ADMINISTRACION		26%	\$	43.184.401
	IMPREVISTOS		3%	\$	4.982.816
	UTILIDAD		5%	\$	8.304.693
VALOR TOTAL OBRA					\$ 222.565.760

9.5 Cronograma.

No.	DESCRIPCIÓN	DURACION (DIAS)	MES 1				MES 2				MES 3			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN		7												
1	Suministro e instalación de junta de dilatación en material elastomérico armado para desplazamiento iguales a 50 mm. Anclado a la superficie mediante pernos de anclaje de acero fijados mediante resina epóxica.	7												
ANDENES Y BORDILLOS		21												
2	Picado manual de acuerdo a los lineamientos del ICRI 310.1 r	7												
3	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja retracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	7												
4	Suministro y aplicación de puente de adherencia e inhibidor de corrosión.	7												
BARANDAS		7												
5	Suministro e instalación de baranda en tubería acero galvanizado de 2 1/2". Base en platina de 20 x 20 mm x 1/4". Ancladas con varilla roscada de 1/2" cumpliendo con la norma INVIAS 650	7												
DRENAJES		14												
6	Realizar la limpieza de drenajes de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	14												
ALETAS		21												
7	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	14												
8	Suministro e instalación de juntas de construcción con sello elastomérico que cumpla con la norma ASTM C920 incluye demolición y preparación de la superficie con equipos y herramientas manuales.	7												
ESTRIBOS		28												
9	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	14												
10	Suministro e instalación de resinas epóxica con boquillas ancladas de acuerdo a lo descrito en ACI 224,.1R	14												
LOSA		49												
11	Limpieza de suciedades, organismos vegetales en la superficie de la estructura de acuerdo a la norma INVIAS 801-07	7												
12	Suministro e instalación de mortero estructural de reparación de baja retracción tipo Sikatop - 122 o equivalente	14												
VIGAS		63												
13	Escarificación de la parte inferior de vigas para recalce	14												

[illegible]

10. Conclusiones

- El presente estudio ha permitido establecer que el puente sobre el caño Danta, por su antigüedad, no cumple con los parámetros de servicio y resistencia de acuerdo a la normatividad actual (CCP-14), y que los errores en su sistema constructivo han generado el deterioro de parte de sus componentes estructurales, lo que conlleva a que se requiera de una pronta intervención para garantizar su estabilidad estructural y seguridad al usuario.
- La aplicación de la metodología adquirida durante la especialización en patología de la construcción ha permitido determinar el diagnóstico de la estructura bajo estudio, por medio del análisis e interpretación de las causas de las diferentes lesiones que afectan tanto del puente sobre el caño Danta como sus vías de aproximación.
- La identificación y evaluación de las lesiones evidenciadas en el paciente, con el apoyo de los resultados de los ensayos destructivos, no destructivos y análisis estructurales realizados, han permitido identificar cuáles son las alternativas de intervención que se deben ejecutar para mejorar sus condiciones estructurales, de servicio y durabilidad.

11. Recomendaciones

- Las intervenciones propuestas en el presente estudio de patología se deben realizar de acuerdo a los procedimientos con mano de obra calificada y con los materiales indicados, para garantizar la efectividad de la solución planteada, con el acompañamiento de un profesional especializado en patología de la construcción, estructural o con experiencia afín.
- La elaboración de la mezcla de concreto en obra es una práctica muy común en el desarrollo de obras de infraestructura en el municipio de Mitú, por lo general con mano de obra no calificada, lo que aumenta el riesgo de generar concretos de baja calidad y defectos constructivos, tal y como el presente estudio lo evidenció en la construcción del puente sobre el caño Danta. Por lo anterior, se debe tener un especial cuidado y dar la suficiente importancia al acompañamiento y supervisión de los procesos constructivos, en especial los que tiene relación con la elaboración de la mezcla de concreto, ya que esta actividad es determinante para evitar o minimizar los riesgos de formación de lesiones que afecte sustancialmente a las estructuras en la región.

12. Referencias

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. (2014). *Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes – CCP-14*. Bogotá D.C., Colombia: AIS.
- Concejo municipal de Mitú. (2005). *Acuerdo municipal 008 del 30 de mayo de 2005 Por medio del cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Mitú, Departamento de Vaupés*. Mitú, Colombia: Concejo municipal de Mitú.
- Departamento Nacional de Planeación – DNP. (2017). *Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias o terciarias*. Bogotá D.C., Colombia: DNP
- Fondo Nacional de Caminos Vecinales. (1976). *Modelo de puentes en concreto para una vía*. Bogotá D.C., Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC. (2002). *Norma técnica Colombiana - NTC 3692. Método de Ensayo Para Medir el Número de Rebote del Concreto Endurecido*. Bogotá D.C., Colombia.: ICONTEC.
- Instituto Colombiano de Productores de Cemento - ICPC. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito*. Medellín, Colombia: ICPC.
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos*. Bogotá D.C., Colombia.
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2006). *Manual para la inspección visual de puentes y pontones*. Bogotá D.C., Colombia
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10*. Bogotá D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

13. Bibliografía

- American Concrete Institute –ACI. (2001). *ACI 224R-01 Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón*. Michigan, Estados Unidos de Norte América: ACI Committe 224.
- American Concrete Institute –ACI. (2007). *ACI 224.1R-07 Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures*. Michigan, Estados Unidos de Norte América: ACI Committe 224.
- American Society of Testing Materials – ASTM. (2004). C1583-04. *Standard Test Method for Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bon Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tension (Pull-off Method)*. Pensilvania, United States: ASTM.
- BASF. *Norma europea EN 1504 Guía simplificada ilustrada para todos los profesionales del sector de la reparación del hormigón*. Recuperado de [http:// www.basf-cc.es/](http://www.basf-cc.es/)
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2016). *Manual de mantenimiento de carreteras Vol. 2*. Bogotá D.C., Colombia.
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2012). *Especificaciones generales de construcción*. Bogotá D.C., Colombia.
- International Concrete Repair Institute – ICRI. (2013). *Guideline No. 310.2R-2013 Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation For Sealers, Coatings, Polymer Overlays, and Concrete Repair*. Illinois, United States: ICRI.
- International Concrete Repair Institute – ICRI. (2013). *Guideline No. 310.1R-2008 Guía de para la preparación de la superficie para la reparación de concreto deteriorado que resulta por la corrosión del acero de refuerzo*. Illinois, United States: ICRI.
- SIKA. *La reparación y protección del hormigón armado con SIKA de acuerdo con las normas europeas UNE-EN 1504*. Recuperado de <http://www.sika.es/>

Anexos

Anexo 1. Fichas de historia clínica del puente

Anexo 2. Fichas de historia clínica vías

Anexo 3. Ficha de calificación

Anexo 4. Perfiles estudio de suelos de obras en zonas aledañas

Anexo 5. Fichas de propuestas de intervención

Anexo 6. Fichas de metodología de intervención

Anexo 1. Fichas de historia clínica del puente

FORMATO PARA LA INSPECCION VISUAL DE PUENTES Y PONTONES*



TITULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá
ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

FECHA: 01 09 2019
HOJA: 1 DE 1

Alexander Gómez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

MANTENIMIENTO INTEGRAL:

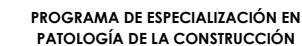
VÍA EN CONCESIÓN: ☐
GRUPO ADM. VIAL: ☐

ID.	PR. DEL PUENTE				
	NOMBRE DEL PUENTE	Puente sobre el caño Danta			
	OBSTÁCULO QUE SALVA	Caño		ESVIAJAMIENTO	
	TIPO DE PUENTE	LONGITUDINAL	01	TRANSVERSAL	01

DIMENSIONES GENERALES (m)			
LONGITUD TOTAL	24,30	No. DE LUCES	1
ANCHO	4,62	GÁLIBO	5,29

ELEMENTO		REGISTRO DE DAÑOS												OBSERVACIONES		
SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS	SUPERFICIE DEL PUENTE Y ACCESOS Tipo: 02	Superficie										Otros		Desintegración- DI alta en toda la superficie de la losa, evidencia de agregado expuesto.		
		DI	18	150850												
	JUNTAS DE EXPANSIÓN Tipo: 00	Sello				Perfiles			Guardacantos			Otros		El puente no cuenta con juntas de expansión		
												E - S			104705 - 150416	
	ANDENES/ BORDILLOS Dimensiones: 0,26x0,25	Desportillamiento				Acero expuesto			Dim. Insuficiente			Otros		Lesiones por presencia de organismos vegetales		
	CD - CI	0.3	150400 - 150733	CD	0.3	150328				CD - CI	24.3	172445				
	BARANDAS Material: 03	Pintura				Postes			Pasamanos			Otros		Baranda: en tubería hf de 2 1/2", sin pintura. Pérdida en el CD en la abscisa 24. Ausencia de pintura - AUP y Ausencia del elemento - AUE.		
AC	AUP	24	142830	CD	AUE	0.6	142838	CD	AUE	2	142838					
ILUMINACIÓN	Existencia														No existe sistema de iluminación	
SEÑALIZACIÓN	Horizontal				Vertical			Reductores			Otros		No existe ningun tipo de señalización			
DRENAJES	Taponamiento				Ausencia			Long. Insuficiente			Otros		Drenajes en tubería de PVC de 2 1/2" en ambos costados, por cada costado. Taponados en el CD.			
CD			150955 - 155740													
SUBESTRUCTURA	ALETAS Material: 03	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		Junta fría - JF. Contaminación del Concreto - CTC - . Presencia de lesiones por suciedades y organismos vegetales en Todas las Aletas -TA. Presencia de insectos y tubo pvc de 4" fuera de servicio, inserto en Aleta Derecha Norte y Sur- ADN - ADS		
					ADS	JF	6	154641 - 154645	TA	CTC	20	154641 - 154645 - 172705	ADN - ADS		-	5
	ESTRIBOS Material: 03	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		Fisura a cortante - FIC. Presencia de insectos y Tubo pvc de 4" AP en servicio, inserto en costado derecho del Estribo Norte - EN		
	ES	FIC	2	154734								EN	-			171824
PILAS Tipo: Sección:	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		El puente es de un sola luz, no cuenta con pilas.			
SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO	LOSA Tipo: 04	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		Cara Interna Derecha de la losa - CID. Presencia de lesiones por suciedades y organismos vegetales en Cara Vertical - CV derecha e izquierda		
					CID	RE- EXA	0.3	171853				CV	CTC		12	171911
	VIGAS Tipo: 01 Sección: 01	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		Hormigoneo, fisura por cortante, construcción inadecuada de junta fría		
					VI	HO - FIC - JF	2	172248 - 172356 - 172156 - 152293								
	RIOSTRAS	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		construcción inadecuada de Juntra Fría - JF en riostras 01 y 04. Hormigoneo - HO en riostra 03. Lesión por presencia de organismos animales.		
					R1 - R4 - R2	JF - HO		113214 - 154943 - 154701				R1				154649
APOYOS Tipo: 00	Desplazamiento				Descomposición			Deformación			Otros		No hay apoyos, las vigas descansan directamente sobre los estribos.			
ARCOS (CONCRETO/ MAMPOSTERÍA) Material:	Diseño				Construcción			Funcionamiento			Otros		N/A			
SUPERESTRUCTURA METÁLICA	ARCOS METÁLICOS	Arco izquierdo				Arco derecho			Arriostra/ lateral			Otros		N/A		
	PERFILES METÁLICOS Tipo:	Vigas				Largueros			Diafragmas			Otros		N/A		
	ARMADURAS Tipo:	Cordones				Montantes			Diagonales			Otros		N/A		
CONEXIONES	Con soldadura				Con conectores			Con pasadores			Otros		N/A			
CABLE/PENDOLONES/TORRES	Cables				Pendolones			Torres			Otros		N/A			
OTROS	ACCESO PEATONAL (ESCALERA/RAMPA)	Peldaños/Losa				Viga gualdera			Barandas			Otros				
	OTROS ELEMENTOS Tipo:															
CAUCE	Presenta importantes cambios de nivel de aguas durante el año, presenándose el pico en el mes de junio. No se conocen reportes de inundaciones o crecientes por encima del nivel de tablero.															
PUENTE EN GENERAL	No presenta lesiones de consideración en sus elementos estructurales. Requiere de mantenimiento general e intervenciones a las lesiones evidenciadas.															

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)



FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 09 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 1 DE 10

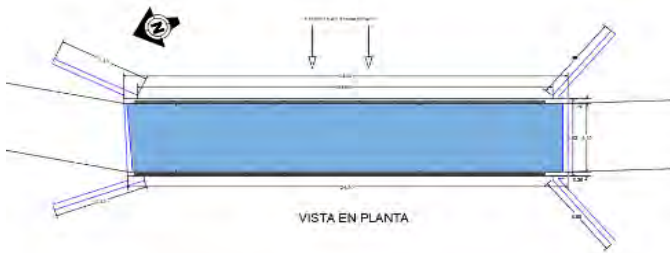
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gómez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:	L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO	ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS						
ELEMENTO:	Superficie del puente y accesos	TIPO:	Superficie del puente	MATERIAL:	Concreto			
LOCALIZACIÓN:	Área total de la superficie del tableo			TIPO DE LESIÓN:	DI	Desintegración		
LOCALIZACIÓN:				TIPO DE LESIÓN:				
LOCALIZACIÓN:				TIPO DE LESIÓN:				



VISTA EN PLANTA



Esquema de localización de la lesión

Imagen No. 150850. Aspecto del acabado de la superficie



Imagen No. 150809. Aspecto del acabado de la superficie



Imagen No. 150923. Aspecto del acabado de la superficie

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 2 DE 10

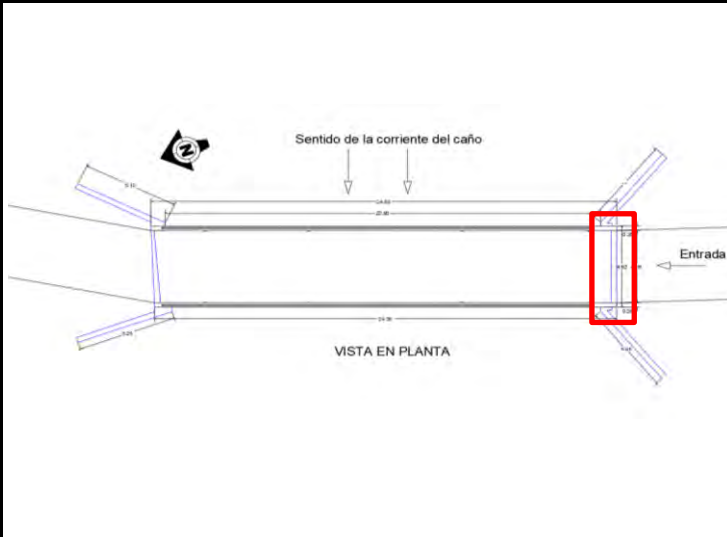
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:	L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO	ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

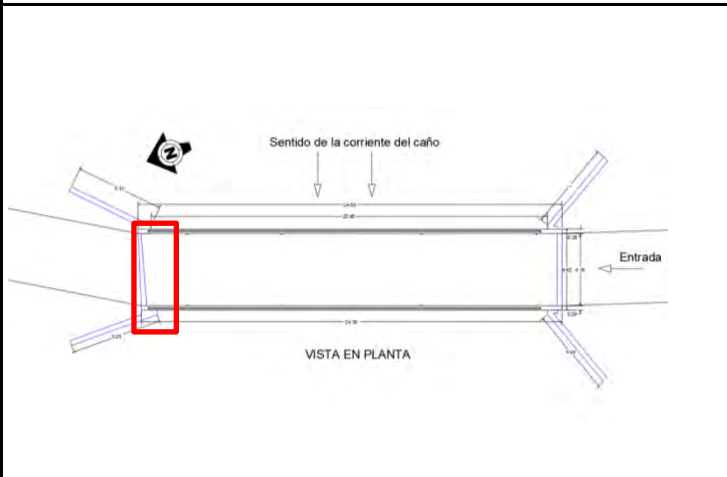
REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:	SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS							
ELEMENTO:	Juntas de expansión	TIPO:	No hay presencia de juntas			MATERIAL:	-	
LOCALIZACIÓN:	Entrada y salida del puente				TIPO DE LESIÓN:	-	Agrietamiento	
LOCALIZACIÓN:					TIPO DE LESIÓN:	-		
LOCALIZACIÓN:					TIPO DE LESIÓN:	-		



Esquema de localización de la lesión - agrietamiento

Imagen No. 104705. Falta de junta de expansión a la entrada del puente. Posible causa de la lesión de las placas de aproximación.



Esquema de localización de la lesión - agrietamiento

Imagen No. 150416. Falta de junta de expansión a la salida del puente. Posible causa de la lesión de las placas de aproximación.

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 3 DE 10

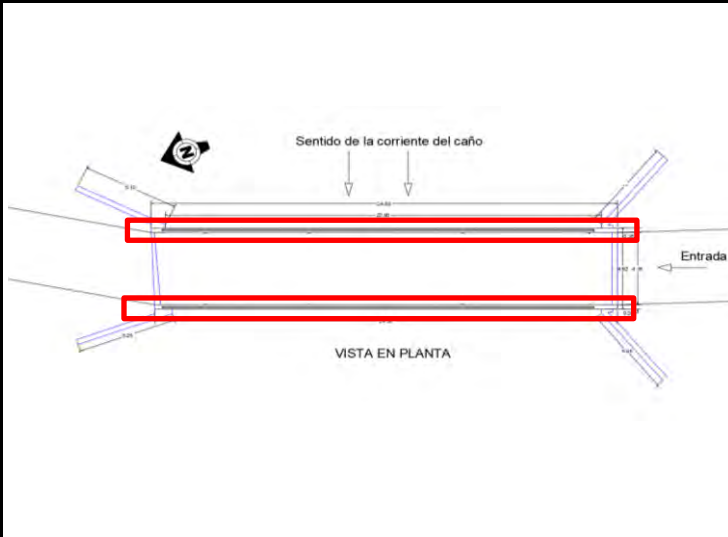
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:		PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:		L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO		ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS							
ELEMENTO:	Bordillos		TIPO:	N/A			MATERIAL:	Concreto	
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho e izquierdo - salida del puente			TIPO DE LESIÓN:	-	Desportillamiento			
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho - salida del puente			TIPO DE LESIÓN:	-	Acero expuesto			
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho e izquierdo			TIPO DE LESIÓN:	-	Presencia de organismos vegetales			



Esquema de localización de la lesión



Imagen No. 150400. Desportillamiento de bordillo a la entrada del puente



Imagen No. 150733. Desportillamiento y Acero expuesto. Bordillo derecho, salida del puente.



Imagen No. 172445. Presencia de organismos vegetales en las caras verticales de los bordillos.

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 4 DE 10

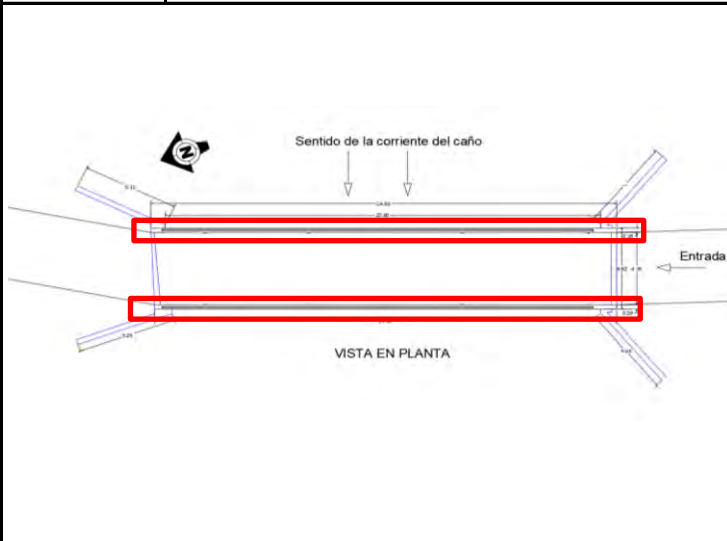
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:		PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:		L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO		ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

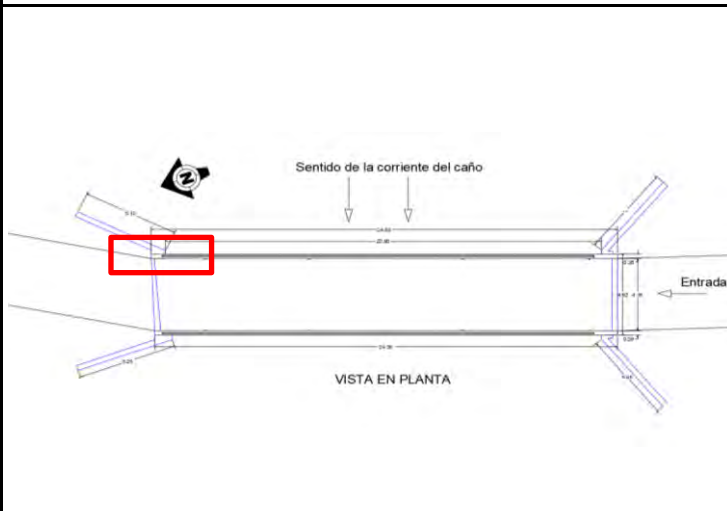
REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS						
ELEMENTO:	Barandas		TIPO:	Metálica			MATERIAL:	Tubería en acero
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho e izquierdo			TIPO DE LESIÓN:	AUP	Ausencia de pintura		
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho - salida del puente			TIPO DE LESIÓN:	AUE	Ausencia de Elemento - Poste		
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho - salida del puente			TIPO DE LESIÓN:	AUE	Ausencia de Elemento - Pasamanos		



Esquema de localización de la lesión - AUP

Imagen No. 162830. Baranda en tubería HF de 2 1/2". No tiene pintura.



Esquema de localización de la lesión - Ausencia de Elemento - Poste y pasamanos

Imagen No. 171646. Ausencia de Elemento - Poste y baranda

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 5 DE 10

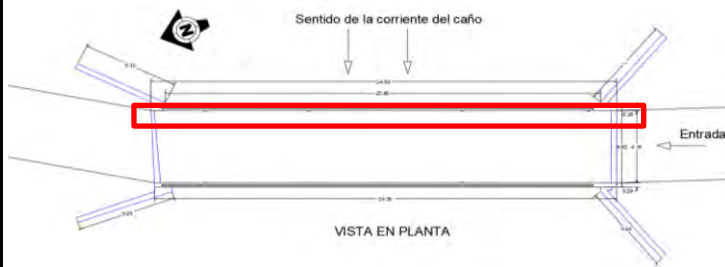
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:	L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO	ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		SUPERFICIE Y EQUIPAMIENTOS							
ELEMENTO:	Drenajes		TIPO:	Metálica			MATERIAL:	Tubería en PVC de 2 1/2"	
LOCALIZACIÓN:	Costado derecho			TIPO DE LESIÓN:	-	Taponamiento			
LOCALIZACIÓN:				TIPO DE LESIÓN:					
LOCALIZACIÓN:				TIPO DE LESIÓN:					



Esquema de localización de la lesión

Imagen No. 150955. Salida de drenaje en tubería de PVC de 2 1/2" .



Imagen No. 155740. Taponamiento de salidas de drenaje - Costado derecho.

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 6 DE 10

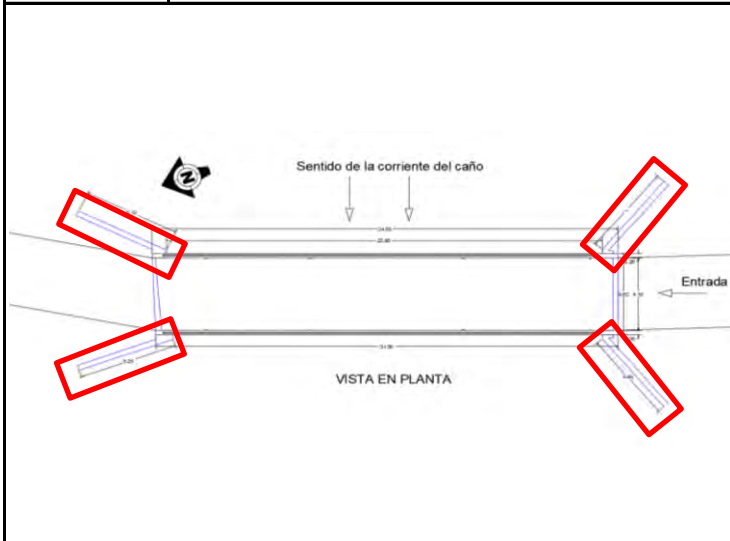
**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN**

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:		PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:		L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO		ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		INFRAESTRUCTURA (SUBESTRUCTURA)							
ELEMENTO:	Aletas		TIPO:	-			MATERIAL:	Concreto reforzado	
LOCALIZACIÓN:	Aleta derecha Sur -ADS			TIPO DE LESIÓN:	JF	Junta fria			
LOCALIZACIÓN:	Todas las aletas - TA			TIPO DE LESIÓN:	CTC	Suciedades y organismos vegetales			
LOCALIZACIÓN:	Aleta Derecha Norte y Sur- ADN - ADS			TIPO DE LESIÓN:	-	tubo pvc de 4" fuera de servicio, inserto en aleta			



Esquema de localización de la lesión

Imagen No. 154641. Junta fria, organismos vegetales, perforación para tubería de PVC de 4" abierta



Imagen No. 172523. CTC por organismos vegetales.

Imagen No. 172705. Perforación para tubería de PVC de 4" fuera de servicio

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 7 DE 10

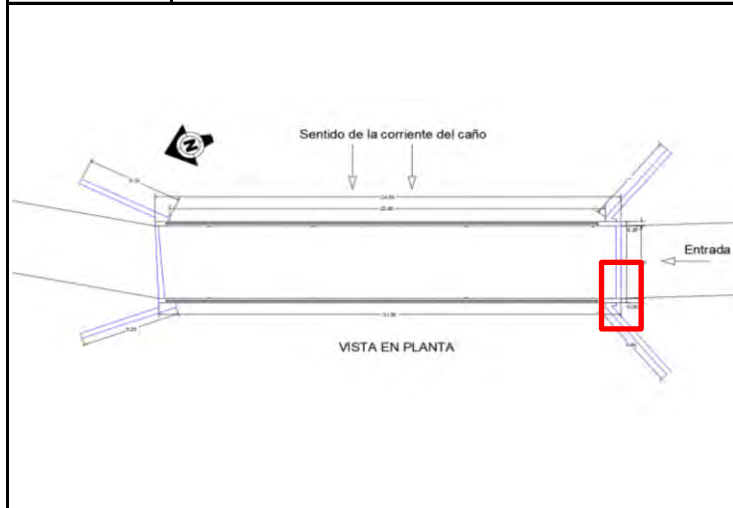
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:	L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO	ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

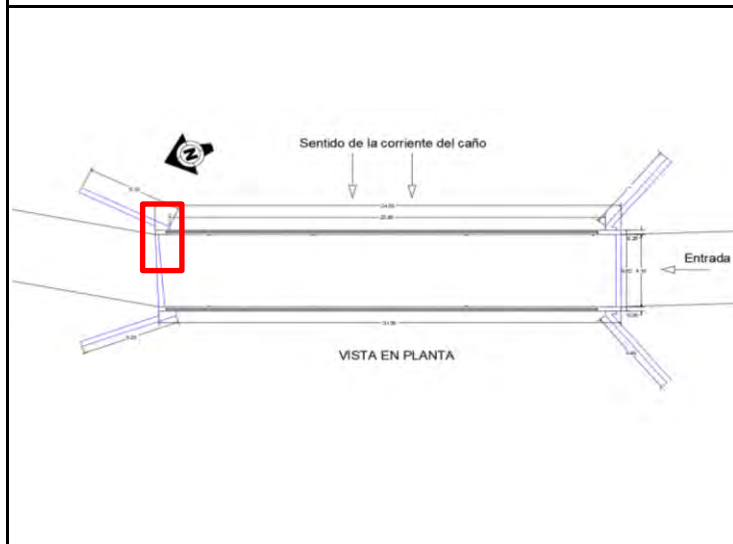
REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:	INFRAESTRUCTURA (SUBESTRUCTURA)							
ELEMENTO:	Estribos		TIPO:	-		MATERIAL:	Concreto reforzado	
LOCALIZACIÓN:	Estribo Sur - ES				TIPO DE LESIÓN:	FIC	Fisura a cortante	
LOCALIZACIÓN:	Estribo Norte - ES				TIPO DE LESIÓN:		Perforación para tubería de PVC de 4" abierta	
LOCALIZACIÓN:					TIPO DE LESIÓN:		sin resanar y presencia de insectos.	



Esquema de localización de la lesión - Fisura por cortante - FIC

Imagen No. 154734. Fisura por cortante en el estribo.



Esquema de localización de la lesión

Imagen No. 171824. Perforación para tubería de PVC de 4" abierta sin resanar y presencia de insectos.

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 8 DE 10

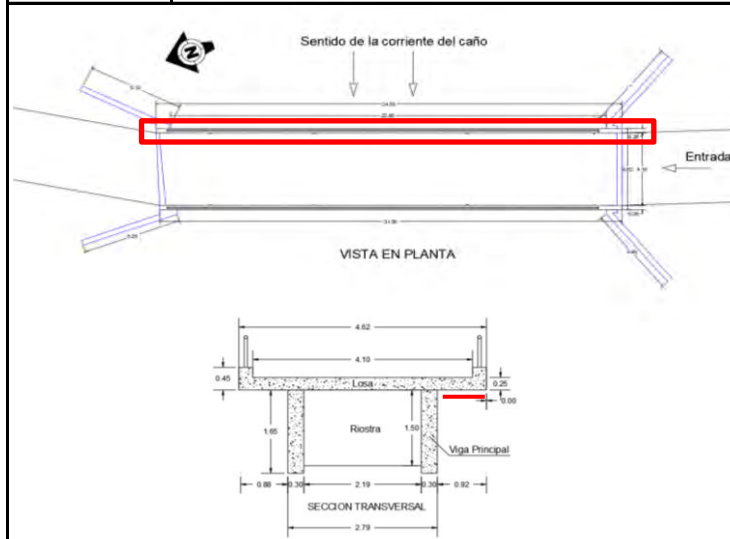
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:		PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:		L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO		ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

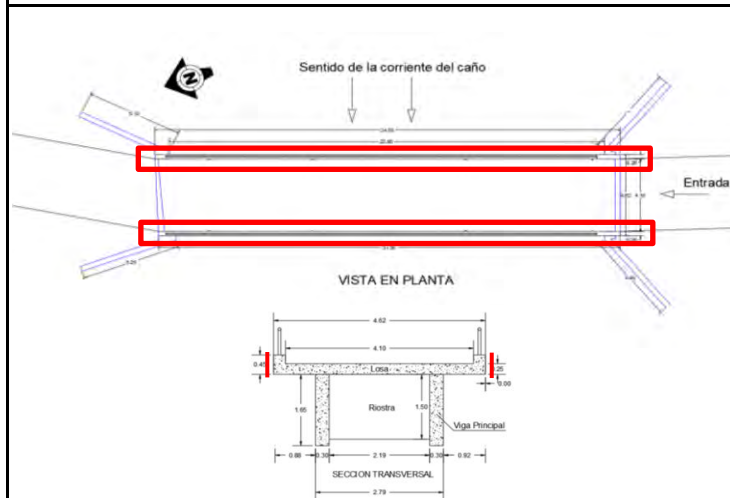
REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		SUPERESTRUCTURA						
ELEMENTO:	Losa		TIPO:	Maciza		MATERIAL:	Concreto reforzado	
LOCALIZACIÓN:	Cara interna, costado derecho - CID			TIPO DE LESIÓN:	RE - EXA	Recubrimiento inadecuado - Exposicion del acero		
LOCALIZACIÓN:	Cara vertical - CV derecha e izquierda			TIPO DE LESIÓN:	CTC	Organismos vegetales y suciedades		
LOCALIZACIÓN:				TIPO DE LESIÓN:				



Esquema de localización de la lesión - RE y EXA

Imagen No. 171853. Acero de refuerzo a la vista bajo placa.



Esquema de localización de la lesión - CTC

Imagen No. 171911. Suciedades y capa vegetal a lo largo de toda la cara vertical de la losa

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 9 DE 10

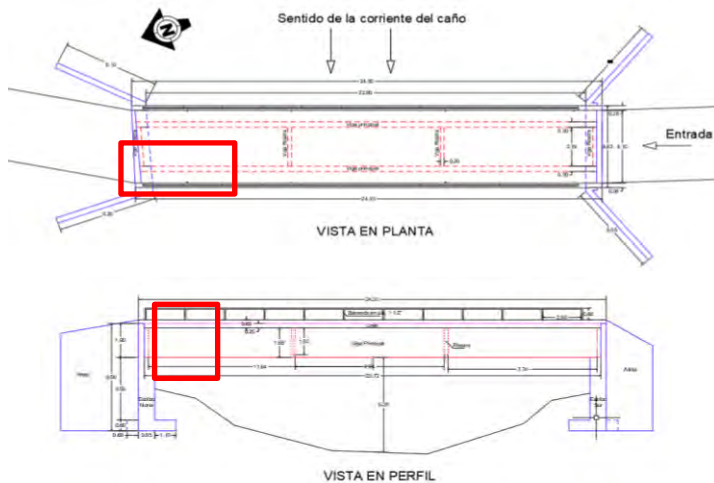
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:		PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:		L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO		ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:		SUPERESTRUCTURA						
ELEMENTO:	Vigas		TIPO:	Reforzadas			MATERIAL:	Concreto reforzado
LOCALIZACIÓN:	Viga izquierda - VI			TIPO DE LESIÓN:	HO	Hormigoneo		
LOCALIZACIÓN:	Viga izquierda - VI			TIPO DE LESIÓN:	FIC	Fisura por cortante		
LOCALIZACIÓN:	Viga izquierda y derecha - VI - VD			TIPO DE LESIÓN:	JF	Construcción inadecuada de junta fría		



Esquema de localización de la lesión - HO - FIC - JF

Imagen No. 172356. Hormigoneo y acero de refuerzo a la vista.



Imagen No. 172156. Detalle de la fisura inclinada, se aprecia en las dos caras laterales de la viga.



Imagen No. 172233. detalle de la fisura de espesor 1 mm

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

FICHA DE CALIFICACIÓN DE PUENTES Y PONTONES EN CONCRETO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VIAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCION DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

FECHA: 9 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 10 DE 10

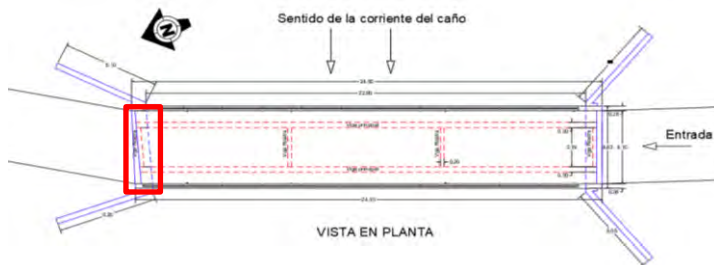
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Alexander Gomez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

NOMBRE DEL PUENTE:	PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA				DIMENSIONES GENERALES:			
TIPO DE PUENTE :	TRANSVERSAL:	01	Losa sobre vigas	OBSTACULO QUE SALVA:	L. TOTAL (m)	24.30	No. DE LUCES	1
	LONGITUDINAL:	01	Vigas simplemente apoyadas	CAÑO	ANCHO (m)	4.62	H LIBRE (m)	5.29

REGISTRO DE LESIONES

PARTE DEL PUENTE:	SUPERESTRUCTURA							
ELEMENTO:	Riostra		TIPO:	Reforzadas		MATERIAL:	Concreto reforzado	
LOCALIZACIÓN:	Riostras 1 y 4				TIPO DE LESIÓN:	JF	construcción inadecuada de Junta Fria	
LOCALIZACIÓN:	Riostra 2				TIPO DE LESIÓN:	HO	Hormigoneo	
LOCALIZACIÓN:					TIPO DE LESIÓN:			



Esquema de localización de la lesión - JF

Imagen No. 113216. Construcción inadecuada de junta fría en riostra No 4.



Esquema de localización de la lesión - HO

Imagen No. 154701. Hormigoneo en riostra No 2.

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección visual de puentes y pontones del INVIAS (2006)

Anexo 2. Fichas de historia clínica vías

FORMATO DE INSPECCIÓN DE VÍAS EN PAVIMENTO RÍGIDO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VÍAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

Alexander Gómez Cassab

Robinson Arley Rojas Claros

FECHA: 9 9 19

HOJA: 1 DE 1

TIPO DE VÍA		VÍA URBANA						TIPO DE PAVIMENTO		PAVIMENTO RÍGIDO EN CONCRETO SIMPLE			
LOCALIZACIÓN:		VÍA DE APROXIMACIÓN AL PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA, ENTRE BARRIOS LA ESPERANZA Y PALMERAS						MUNICIPIO	MITÚ	DEPARTAMENTO	VAUPÉS		
ABSCISA	No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		IDENTIFICACIÓN DE LA LESIÓN						ACLARACIONES		
	#	LETRA	LARGO	ANCHO	TIPO	SEVER	DAÑO		REPARACION		IMAGEN		
							LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO			
	16	I	4.54	2.05	GB	A	4.54	2.05			16IT	Se presenta hundimiento - HU	
	16	D	3.48	2.05	GB	A	3.48	2.05			16DT	Se presenta hundimiento - HU	
	15	I	3.40	2.11	GB	A	3.40	2.11			15IT	Se presenta hundimiento - HU	
	15	D	3.40	2.11	GB	A	3.40	2.11			15DT	Se presenta hundimiento - HU	
	14	I	3.50	2.22	GB	A	3.50	2.22			14IT	Se presenta hundimiento - HU	
	14	D	3.50	2.22									
	13	I	3.50	2.14	GB	A	3.50	2.14			13IT	Se presenta hundimiento - HU	
	13	D	3.50	2.14									
	12	I	3.54	2.25	GB	A	3.54	2.25			12IT	Se presenta hundimiento - HU	
	12	D	3.54	2.25									
	11	I	3.54	2.55	GL	A	3.54	0.02			11IT	Se presenta hundimiento - HU	
	11	D	3.54	2.55									
	10	I	3.50	2.65	GB	A	3.50	2.65			10IT	Se presenta hundimiento - HU	
	10	D	3.50	2.65									
	9	I	3.54	2.74									
	9	D	3.54	2.74									
	8	I	3.54	2.80	GE	M	1.9	0.02			08IT	Se presenta levantamiento - LET	
	8	D	3.54	2.80									
	7	I	3.48	2.92	GB	A	3.48	2.92			07IT		
	7	D	3.48	2.92									
	6	I	3.50	3.02	GL	A	3.5	0.01			06IT		
	6	D	3.50	3.02									
	5	I	3.54	3.10	GB	A	3.54	3.10			05IT		
	5	D	3.54	3.10									
	4	I	3.46	3.20	GB	A	3.46	3.20			04IT		
	4	D	3.46	3.20									
	3	I	3.54	3.31	GB	A	3.54	3.31			03IT		
	3	D	3.54	3.31									
	2	I	3.60	3.44	GE	M	2	0.01			02IT		
	2	D	3.60	3.44									
	1	I	3.54	3.50	DPT	B	0.2	0.03			01IT		
	1	D	3.54	3.50									

FICHA DE CALIFICACIÓN DE VÍAS EN PAVIMENTO RÍGIDO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VÍAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

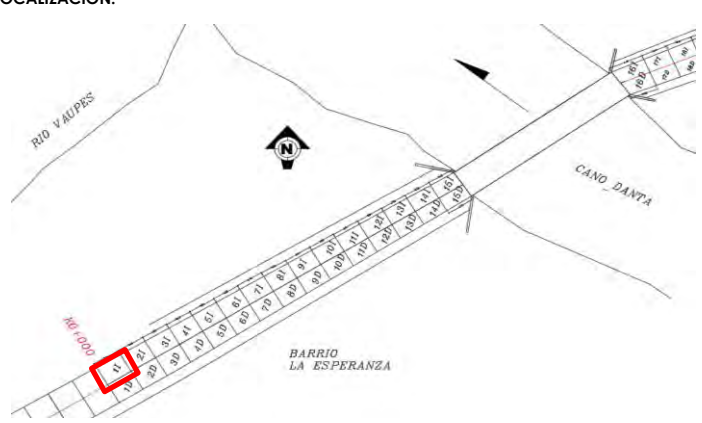
FECHA: 09 9 19

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

HOJA: 1 DE 15

Alexander Gómez Cassab
Robinson Arley Rojas Claros

TIPO DE VÍA	VÍA URBANA	TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO RÍGIDO EN CONCRETO SIMPLE
LOCALIZACIÓN:	VÍA DE APROXIMACIÓN AL PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA ENTRE BARRIOS LA ESPERANZA Y PALMERAS	MUNICIPIO	MITÚ
		DEPARTAMENTO	VAUPÉS

REGISTRO DE LESIONES															
PLACA	#	2	LETRA	I	DIMENSIONES	LARGO	3.54	ANCHO	3.50	ESPESOR	0.15				
TIPO DE LESIÓN:					SEVERIDAD:			TIPO DE LESIÓN:					SEVERIDAD:		
					BAJA	MEDIA	ALTA						BAJA	MEDIA	ALTA
	GL	Grietas longitudinales							BOT-BOL	Bombeo					
	GT	Grietas transversales							ON	Ondulaciones					
	GE	Grietas de esquina							DB	Descenso de la berna					
	GP	Grietas en los extremos de los pasadores							SB	Separación entre berna y pavimento					
	GB	Grietas en bloque o múltiples						LOCALIZACIÓN: 							
	GA	Grietas en pozos o sumideros													
	SJ	Separación de juntas													
	DST-DSL	Deficiencias de sellado													
X	DPT-DPL	Desportillamiento			X										
	DE	Descascaramientos													
	PU	Pulimento													
	DI	Desintegración													
	CE	Cabezas duras													
	EJ	Escalonamiento de juntas													
	LET-LEL	Levantamiento localizado													
	PCHA-PCHC	Parches													
	HU	Hundimientos o asentamientos													
	FR	Fisuramiento por retracción (tipo malla)													
	FT	Fisuras ligeras por aparición temprana													
	FD	Fisuración por durabilidad													
								PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA PLACA							
															
Imagen No. 01IL. Presencia de un desportillamiento en la placa								Imagen No. 01IT. Se evidencia la pérdida del texturado de la superficie de la placa							

FICHA DE CALIFICACIÓN DE VÍAS EN PAVIMENTO RÍGIDO*

TÍTULO DEL TPI: ESTUDIO PATOLÓGICO AL PUENTE Y SUS VÍAS DE APROXIMACIÓN, LOCALIZADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA 15 CON EL CAÑO DANTA, EN EL MUNICIPIO DE MITÚ, DEPARTAMENTO DE VAUPÉS

SEDE: Bogotá

ELABORÓ: Mario Alberto Pérez Mosos

Alexander Gómez Cassab

Robinson Arley Rojas Claros

FECHA: 09 9 19

HOJA: 2 DE 15

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN PATOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN

TIPO DE VÍA	VÍA URBANA	TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO RÍGIDO EN CONCRETO SIMPLE		
LOCALIZACIÓN:	VÍA DE APROXIMACIÓN AL PUENTE SOBRE EL CAÑO DANTA ENTRE BARRIOS LA ESPERANZA Y PALMERAS	MUNICIPIO	MITÚ	DEPARTAMENTO	VAUPÉS

REGISTRO DE LESIONES												
PLACA	#	2	LETRA	I	DIMENSIONES	LARGO	3.6	ANCHO	3.44	ESPESOR	0.15	
TIPO DE LESIÓN:					SEVERIDAD:			TIPO DE LESIÓN:				
					BAJA	MEDIA	ALTA					
	GL								BOT-BOL			
	GT								ON			
X	GE					X			DB			
	GP								SB			
	GB								LOCALIZACIÓN:			
	GA											
	SJ											
	DST-DSL											
	DPT-DPL											
	DE											
X	PU					X						
	DI											
X	CE					X						
	EJ											
	LET-LEL											
	PCHA-PCHC											
	HU											
	FR											
	FT											
	FD											
									PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LA PLACA			

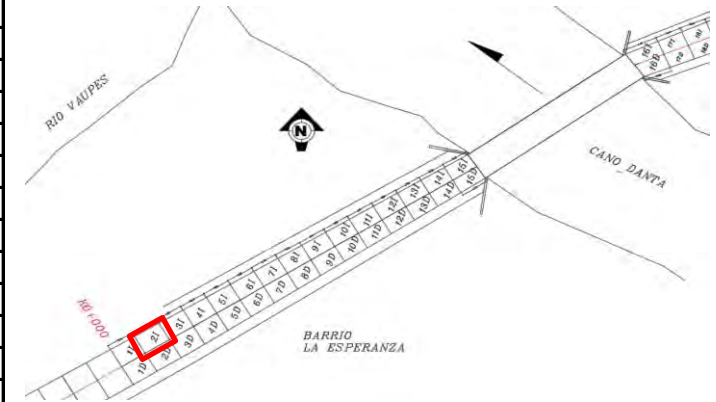


Imagen No. 02IL. Pérdida del macrotexturizado de la supercife, presencia de material granular

Imagen No. 02IT. Grieta en esquina, en la forma de la línea marcada.

*Formato basado en lo dispuesto en el manual de inspección de pavimento rígido del INVIAS (2006)