



MAYO 2021

**INFORME DE DICTAMEN PERICIAL DENTRO DEL PROCESO
DE CON EXPEDIENTE No. 150013333006-2018-0107-00
ACCIONANTE: JAIR EDILSON BOHORQUEZ PARRA
ACCIONADO: INSTITUTO NACIONAL DE VIAS – INVIAS,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ Y MUNICIPIO DE SAN
EDUARDO**



Elaborado por:
SOCIEDAD BOYACENSE DE
INGENIEROS Y ARQUITECTOS
TUNJA (BOYACÁ)
Teléfonos: 310777760 – 7423399
sbiatunja@gmail.com



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	4
1 MARCO DE REFERENCIA.....	6
1.1 MARCO TEÓRICO.....	6
1.1.1 Evaluación.....	6
1.1.2 Patología estructural.....	6
1.1.3 Durabilidad de las estructuras de concreto.....	7
1.1.4 Puentes.....	7
1.1.5 Partes de un puente.....	7
1.1.6 Daños en puentes de concreto.....	9
1.1.7 Ensayos no destructivos	17
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 GENERAL.....	20
2.2 ESPECÍFICOS.....	20
3 METODOLOGÍA.....	21
3.1 ETAPA 1. INFORMACIÓN PRIMARIA.....	22
3.1.1 Prueba del esclerómetro	22
3.1.2 Prueba del pachómetro o ferrosacan	23
4 ALCANCE.....	24
4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	24
4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	24
4.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	25
5 RESULTADOS.....	26
5.1 DESCRIPCIÓN Y PATOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PUENTE.....	26
5.1.1 Tipo de puente	26
5.1.2 Superficie del puente y accesos.....	28
5.1.3 Juntas de expansión.....	28
5.1.4 Barandas.....	30
5.1.5 Drenajes.....	30
5.1.6 Apoyos.....	30
5.1.7 Aletas y Estribos.....	31
5.1.8 Losa, vigas y riostras.....	32
5.1.9 Cauce.....	33
5.1.10 Daños por diseño	34
5.1.11 Daños por construcción	34
5.2 FICHAS HISTORIA CLÍNICA (PATOLOGÍAS).....	34
5.3 VERTICALIDAD Y HORIZONTALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DEL PUENTE.....	43
5.3.1 Determinación de verticalidad de vigas y estribos	43
5.3.2 Georreferenciación.....	43
5.3.3 Determinación de desniveles de placa o tablero del puente.....	43
5.3.4 Cálculos topográficos.....	44

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia

e-mail: sbiatunja@gmail.com



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



5.3.5	Descripción del puente	44
5.4	ENSAYO O PRUEBAS ESCLEROMÉTRICAS.....	46
5.4.1	Factores que influyen en el ensayo	48
5.4.2	Resultados ensayos Esclerométricos.....	48
5.5	DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO DE CONCRETO.....	51
6	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y EVALUACIÓN	53
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
8	ARCHIVO FOTOGRAFICO.....	56
9	BIBLIOGRAFÍA.....	65

60 AÑOS

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



INTRODUCCION

4

La infraestructura vial de un Municipio, es parte fundamental de su desarrollo social, así como su conservación. Parte de esta lo conforman los puentes que constituyen una estructura de conectividad, los cuales se deben programar para cumplir con nuevas exigencias de crecimiento y de desarrollo de la región.

Para la conservación de la red vial, es necesario implementar planes de mantenimiento, puesto que no se atiende mucho esta necesidad, lo que ha generado un deterioro en toda la red vial del país. Conservar todos los elementos de la red vial es un trabajo arduo que demanda atención permanente y se realiza con el objetivo de brindar seguridad y confort a los usuarios de los mismos.

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías. El deterioro presente en un puente dificulta el desplazamiento vehicular y peatonal, ocasionando incomodidad y a la vez inseguridad para los usuarios, por lo cual se debe realizar trabajos de mantenimiento y conservación para garantizar el buen funcionamiento de éste. Además la operación adecuada de estos y de todas las estructuras del sistema vial es un factor de interés para los sistemas de comunicación y transporte.

El Puente sobre la quebrada "la Batatera" ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá, en las Veredas la Libertad y Alejandría, vía terciaria identificada con el código 50387 (INVIAS), con una luz aproximada de 15 mts, dos vigas principales arriostradas por un elemento en el centro de la luz, dos estribos en concreto y protegido por gaviones revestidos, barandas metálicas ancladas a una viga de 20 cm * 20 cm aprox, se encuentra en un cruce con pendiente media de la quebrada "la Batatera", vía de acceso en mal estado.

Actualmente el puente sobre la quebrada "la Batatera", presenta daños evidentes los cuales pueden ser causados por diversos factores, por lo cual es necesario que sea sometido a procesos de rehabilitación para detener su deterioro y de esta manera lograr su preservación.

Con este estudio se propone diagnosticar y analizar las principales patologías presentes en el puente para así poder contribuir con una solución a los problemas que se presentan en él o la construcción de un nuevo puente. Se considera que la realización de esta investigación y su resultado serán de vital importancia para el Municipio de San Eduardo, pues este estudio patológico permitirá, determinar eventuales intervenciones en dicha estructura y así garantizar la finalidad social para

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



la cual se construyó el puente, que no es otra que mejorar la calidad de vida de la comunidad y contribuir al desarrollo social, económico y vial del Municipio.

El presente estudio tiene por objetivo realizar una evaluación y diagnóstico patológico del puente sobre la quebrada “la Batatera”, ubicado en las Veredas la Libertad y Alejandría. La importancia del estudio está en la necesidad hacer una revisión del estado actual del puente y realizar un proceso de conservación debido al deterioro evidente, donde se pueden identificar y caracterizar los daños. Para ello se identificará y caracterizará las patologías presentes en el puente a través de inspección visual detallada y ensayos no destructivos, además se determinará cualitativamente la vulnerabilidad del puente, lo cual permitirá proponer medidas para la intervención, rehabilitación o construcción de un nuevo puente.

5

El estudio se realizó a través de una inspección visual detallada de la estructura del puente, un recuento fotográfico detallado y un registro de todo lo observado y obtenido a través de los ensayos no destructivos realizados.

60 AÑOS

“CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO”

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cél: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



1 MARCO DE REFERENCIA

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Evaluación.

La evaluación es el proceso de determinar si una estructura o uno de sus componentes son adecuados para el uso pretendido, mediante el análisis sistemático de la información y los datos recolectados a partir de la revisión de la documentación existente, la inspección de campo, las condiciones de servicio, y los ensayos de los materiales. Este proceso de investigación no se puede generalizar y estandarizar en una serie bien definida de pasos ya que el número y tipo de pasos varía dependiendo del propósito especificado de la investigación, el tipo y las condiciones físicas de la estructura, la información disponible sobre el diseño y la construcción, la resistencia y calidad de los materiales de construcción.

6

La evaluación estructural debe desarrollarse con el fin de determinar la capacidad para soportar cargas de todos los elementos estructurales críticos y de la estructura como un todo. Se debe considerar la capacidad de la estructura para soportar todas las cargas presentes y previstas, de acuerdo con los requerimientos de los códigos estructurales vigentes. Cuando no se cumplan las exigencias de los códigos en la condición actual de la estructura, se debe entrar a considerar las técnicas y los métodos para un adecuado reforzamiento.

1.1.2 Patología estructural

La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y remedios. En resumen, se entiende por Patología a aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros. (Rivva, 2006).

Debido a que las estructuras de concreto simple o reforzado están expuestas, no solamente a la acción mecánica de las cargas de servicio; sino también, a otros factores que tienden a deteriorarlas y destruirlas como: acciones físicas (cambios bruscos de temperatura y humedad); algunas veces a agresiones de carácter

“CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO”

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cél: 310777760 Tunja Colombia

e-mail: sbiatunja@gmail.com



químico o biológico; y eventualmente a otras acciones mecánicas, se hace indispensable profundizar en el diseño, especificaciones de la mezcla de concreto, métodos de protección, curado y en los procedimientos de inspección y mantenimiento de las estructuras. (Sanchez De Guzman, 2006)

1.1.3 Durabilidad de las estructuras de concreto

El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad. En otras palabras la durabilidad es la habilidad que posee una estructura para resistir agresiones físicas, químicas, biológicas y de los agentes atmosféricos conservando su integridad a través del tiempo, asegurando con ellos que no se alcance ningún estado limite dentro de la vida útil prevista, como consecuencia de eventuales deterioros prematuros. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación adecuados.

Ahora bien, en un contexto más amplio, el atributo de durabilidad va mucho más allá que la sola habilidad para resistir el deterioro. (Treviño Treviño, 1998)

1.1.4 Puentes

Un puente es una obra de arte con la que se salva un obstáculo, dando continuidad a una vía conectando dos puntos, los obstáculos a salvar pueden ser otra vía, ya sea carretable o férrea. Una corriente de agua o una depresión del terreno.

Los puentes se construyen con el fin de permitir la circulación de personas, vehículos, trenes y líquidos.

Puentes Isostáticos

Son las estructuras en las cuales el tablero son estáticamente independientes de los entre tableros y en lo concerniente a flexión para los apoyos.

Puentes Hiperestáticos

Son aquellos puentes que aunque los tableros son independientes uno de otros desde el punto de vista estático existe alguna relación de dependencia con los apoyos.

1.1.5 Partes de un puente

Subestructura

La subestructura sirve de apoyo a la superestructura, está conformada por la cimentación, los estribos y las pilas.

Cimentación

Encargada de transmitir al suelo de fundación las cargas propias de la subestructura, de la superestructura y de las cargas que operan sobre el puente esta puede ser

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia

e-mail: sbiatunja@gmail.com

superficial o profunda, superficial como zapatas de concreto reforzado o profundas como Caisson o pilotes de concreto reforzado ya sea hincados (pilotes), fundidos in situ (pilotes y Caisson).

Estribos

Son las estructuras ubicadas en los extremos de los puentes (accesos) y soportan la superestructura, además sirven para contención de los terraplenes.

Superestructura

Es la parte del puente que recibe directamente la carga viva. Su posición relativa con respecto a la subestructura es variable, pudiendo ser superior intermedia o inferior. (Fajardo Niño & Viasús Pérez, 2007)

8

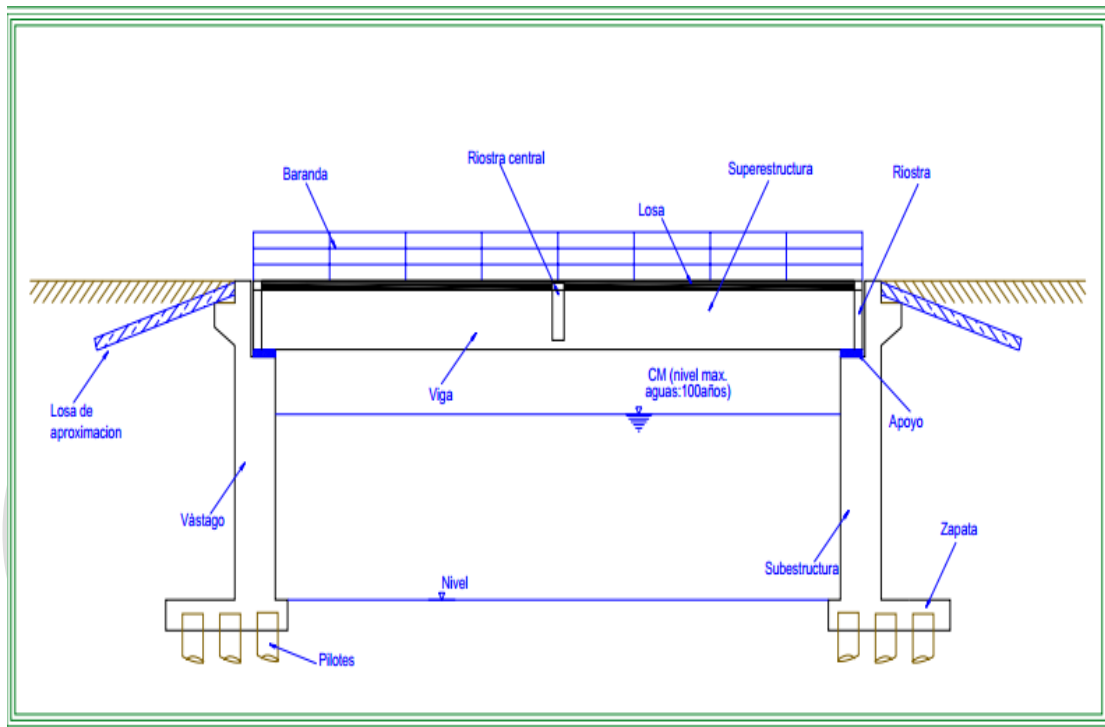


Imagen 1. Partes de un Puente.

Fuente: (Fajardo Niño & Viasús Pérez, 2007).

Los puentes deben ser proyectados para cumplir satisfactoriamente las condiciones impuestas por los estados límite previstos en el proyecto, considerando todas las combinaciones de carga que puedan ser ocasionadas durante la construcción y el uso del puente. Asimismo deben ser proyectados teniendo en cuenta su integración con el medio ambiente y cumplir las exigencias de durabilidad y servicio requeridas de acuerdo a sus funciones, importancia y las condiciones ambientales.



Los puentes deberán ser diseñados teniendo en cuenta los estados límite, para cumplir con los objetivos de constructibilidad, seguridad y serviciabilidad, así como con la debida consideración en lo que se refiere a inspección, economía y estética. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003).

1.1.6 Daños en puentes de concreto

A continuación se presenta una síntesis de los diferentes daños o defectos que inciden en el deterioro de los elementos de un puente, por una sucesión de procesos que atentan la durabilidad de la estructura.

1.1.6.1 Daños por diseño

Estos daños están relacionados con la concepción y diseño del proyecto. Entre las fallas más comunes en esta etapa se tienen las siguientes causas:

- Ausencia de cálculos.
- Estimación inadecuada de cargas y condiciones de servicio.
- No considerar juntas de construcción.
- Uso inadecuado de los programas de computador.
- Mal dimensionamiento de los elementos estructurales.
- Falta de especificaciones y características de los materiales.
- Ausencia o falta de detalles constructivos y estructurales.
- Inapropiada disposición del acero de refuerzo o por insuficiencia del mismo.
- Uso de especificaciones obsoletas.

1.1.6.2 Daños por construcción

Estos daños pueden originarse por la utilización de los materiales con calidad inadecuada (cemento, agregados, agua), problemas en la dosificación, la producción, el transporte, la colocación y el curado. Las fallas más comunes durante el proceso de construcción se dan por las siguientes causas:

- Inadecuada interpretación de los planos.
- Equivocada localización del refuerzo.
- Deformaciones en la formaleta.
- Falta de control de la formaleta antes y durante el vaciado del concreto.
- Descimbrado inadecuado o anticipado.
- Desplazamiento del acero de refuerzo durante el vaciado.
- Prácticas deficientes en la colocación y compactación del concreto.
- Empleo de concretos con dosificación inadecuada.
- Ausencia o mala protección y curado del concreto.
- Carga prematura de la estructura.
- Falta de control de calidad de los materiales.

Hormigueros (HO): alteración sufrida por el concreto, definida por la presencia de

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

oquedades superficiales que quedan en el concreto endurecido, evidenciando zonas vacías en las caras de los elementos. Los hormigueros son causados generalmente por falta de vibrado, compactación excesiva o deficiente, prácticas inapropiadas en la colocación del concreto en zonas con alta densidad de refuerzo, dosificaciones inadecuadas de mezclas de concreto, etc.



10

Imagen 2. Presencia de hormigueros en la viga cabezal. Puente Río Melgar, Tolima.
Fuente: (INVIAS, 2006).

Segregación (SE): distribución inadecuada de los componentes de la mezcla, manifestada como la separación éstos con la pasta, propiciando un desplazamiento de los agregados gruesos hacia la parte inferior.

La segregación es ocasionada entre otros factores por una dosificación inadecuada, concreto vertido de alturas excesivas, faltas o exceso de vibrado, empleo de agregados gruesos sin aparente cohesión, exceso de agregados gruesos o finos, etc.



Imagen 3. Segregación en un muro. Vía Simití- Centro de Burgos, Bolívar.
Fuente: (INVIAS, 2006).

Fisuración por retracción (FIR): la fisuración por retracción plástica ocurre mientras el concreto está en estado fresco, generalmente se presentan en superficies horizontales, con relación superficie libre/ volumen mayor a 3.5, entre la primera y las seis primeras horas después fundido, generando fisuras y microfisuras que se extienden rápidamente.

Generalmente son fisuras de poco espesor (0.2 mm a 4 mm) y su longitud puede variar desde unos cuantos centímetros hasta aproximadamente 1.5 metros. Comúnmente son fisuras en forma de línea recta que no siguen un mismo patrón y no presentan ninguna simetría.

La retracción por secado y por la retracción hidráulica se manifiestan mediante fisuras que surgen durante las primeras horas después de la fundida, producto de la pérdida de agua por evaporación y del proceso de endurecimiento del concreto, si el elemento se encuentra restringido en su movimiento por la formaleta.



Imagen 4. Fisuración por retracción hidráulica. Puente Luis Ignacio Andrade, Tolima.

Fuente: (INVIAS, 2006).

Construcción inadecuada de juntas frías (JF): la continuidad entre concretos vaciados en diferentes etapas que no se tratan correctamente, afectan directamente la durabilidad de la estructura; el diseño inadecuado de juntas o una mala construcción de las mismas permiten el ingreso de agentes agresivos como: sulfatos, cloruros, carbonatos, etc, los cuales atacan directamente al concreto o a las armaduras, reduciendo la vida útil de la estructura.



Imagen 5. Junta fría construida inadecuadamente. Fuente: (INVIAS, 2006)

Recubrimiento inadecuado (RE) y Exposición del acero de refuerzo (EXA): las barras de refuerzo deben tener un recubrimiento adecuado de concreto según el ambiente

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cél: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com

al cual estarán sometidas y el tipo de elemento estructural que formen, cumpliendo con las especificaciones del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

Cuando, por error o malas prácticas de construcción, el recubrimiento es inadecuado, su disposición final termina afectando la durabilidad o la capacidad portante de la estructura, exponiendo el acero de refuerzo al ambiente y generando problemas de corrosión. Una falla típica es no mantener la separación adecuada de las barras de refuerzo durante la construcción del elemento.

13



Imagen 6. Recubrimiento inadecuado en la losa, exposición del acero de refuerzo y corrosión del mismo. Puente Q. Las Ánimas, Chocó.

Fuente: (INVIAS, 2006).

1.1.6.3 Daños durante el funcionamiento

Aparecen durante el período de vigencia o vida útil de la estructura por diferentes acciones ya sean físicas, mecánicas, químicas o biológicas. Durante el funcionamiento de la estructura se pueden presentar fallas por incremento de las cargas permitidas, por eventos fortuitos (impactos accidentales, explosiones, inundaciones, incendios, etc), por cambio en las condiciones de exposición, uso y por falta de mantenimiento, reparación o rehabilitación de la estructura.

Infiltración (IN) y Eflorescencias (EF): las eflorescencias consisten en el depósito de sales que son lixiviadas fuera del concreto, las cuales se cristalizan luego de la evaporación del agua que las transportó. Ocurren frecuentemente en la superficie del concreto cuando el agua tiene la posibilidad de percolar a través del material, en forma intermitente o continua, o cuando se presentan procesos de humedecimiento y secado alternadamente.

Las eflorescencias en si mismas no constituyen un problema de durabilidad de las estructuras, sin embargo, además de afectar la estética, ocasionan un incremento de la Porosidad del concreto y un aumento en la permeabilidad, permitiendo que el concreto sea más vulnerable a otras patologías que deterioran la estructura.



Imagen 7. Presencia de eflorescencias en el estribo del puente. Puente Río Melgar, Tolima.

Fuente: (INVIAS, 2006)

Carbonatación (CAR): es la reacción que se presenta entre el dióxido de carbono (CO_2) del aire atmosférico o del suelo con los componentes alcalinos del concreto $\text{Ca}(\text{OH})_2$, generando carbonato de calcio (CaCO_3) y la disminución de la reserva alcalina del concreto. La carbonatación es un proceso que avanza lentamente pero de forma continua hacia adentro de la superficie expuesta del concreto, facilitando el proceso corrosión del acero de refuerzo de las estructuras de concreto y finalmente su mismo deterioro. La carbonatación avanza más rápidamente cuando se tiene un contenido de humedad intermedio (40 a 70 %HR).

Corrosión de la armadura (COA): la corrosión de las armaduras es un proceso electroquímico que causa la oxidación del acero de refuerzo en el concreto. Los factores que favorecen el proceso de corrosión se relacionan con las características del hormigón, el espesor del recubrimiento, la localización de la armadura y el medio ambiente al cual está expuesta la estructura.



Imagen 8. Evidencia de manchas de óxido en la superficie del concreto. Puente sobre el Río Quindío. Fuente: (INVIAS, 2006).

Contaminación del concreto (CTC): la presencia de microorganismos en las estructuras de concreto no solo afectan la estética, también puede inducir fallas de carácter físico o químico y aumentar el deterioro de daños preexistentes. La acción de organismos biológicos aumenta la permeabilidad del concreto, conduce la saturación del material y por consiguiente causa daños por acción de los procesos de humedecimiento y secado, transformando los compuestos del cemento.

Usualmente los microorganismos de origen vegetal prefieren las superficies de concreto rugosas, porosas y húmedas, para establecer sus colonias. Durante el ciclo de vida de esa vegetación se producen sustancias que pueden ocasionar ataques químicos al concreto desencadenando desintegración de la pasta de cemento, entre estos se destacan las algas, líquenes y musgos.



Imagen 9. Contaminación del concreto de las aletas. Puente Río Meldar, Tolima. Fuente: (INVIAS, 2006).

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Fallas por impacto (IMP): el impacto de un cuerpo en una estructura puede generar diversas consecuencias, dependiendo de factores tales como: la velocidad y tamaño de elemento que impacta, la resistencia y el estado del material que es impactado. Dependiendo de la magnitud del golpe se pueden provocar daños leves como fisuramientos y descascaramientos o fallas de consideración como propagación de grietas, pérdida de la rigidez y colapso de la estructura.



Imagen 10. Fracturamiento del concreto y pérdida de la sección por impacto de un objeto. Muro de Contención, Carretera Buenaventura-Buga. Fuente: (INVIAS, 2006).

Socavación (SOC): erosión causada por el agua o por materiales abrasivos transportados por una corriente, la cual genera desgaste del concreto y fallas de estabilidad. La socavación es típica de los estribos, aletas, pilas, cimentación de los puentes y lecho de los ríos.



Imagen 11. Socavación en un estribo. Puente Meldar, Tolima. Fuente: (INVIAS, 2006).

1.1.7 Ensayos no destructivos

Consiste en la aplicación de ciertas pruebas sobre un objeto, para verificar su calidad sin modificar sus propiedades y estado original.

Estas pruebas permitirán detectar y evaluar discontinuidades o propiedades de los materiales sin modificar sus condiciones de uso o aptitud para el servicio.

Los ensayos no destructivos están basados en principios físicos y de su aplicación se obtienen los resultados necesarios para establecer un diagnóstico del estado o de la calidad del objeto inspeccionado. (Bunge & Magallanes, 2011)

1.1.7.1 Esclerómetro

Ensayo o pruebas esclerométricas, nos ayudan a determinar el valor tentativo de f'_c de los elementos de concreto del puente, dicho instrumento es el esclerómetro con el cual se consigue una serie de datos los cuales se los conoce como índices de golpes, estos datos realizan su procesamiento con los ábacos y formulas propias del esclerómetro y con las normas NTC 3962 ASTM C80 5-85. Trata de relacionar la dureza superficial del hormigón con su resistencia a compresión.



En realidad, el aparato mide el rebote de una masa al chocar contra la superficie del hormigón a estudiar. La sencillez y economía del método lo hacen muy atractivo, aunque, como se puede ver más adelante, presenta importantes limitaciones.

Las aplicaciones del método, generalmente admitidas, son las siguientes:

- Estimar la uniformidad de la calidad del hormigón.
- Comparar la calidad de un hormigón determinado con otro de referencia.
- Obtener valores de resistencia a la compresión a partir de correlaciones con un ensayo directo (índice de rebote/rotura de probetas). La precisión del método se estima en un 25 % para un nivel de confianza de un 95 %.

No es recomendable su uso para determinar resistencias sin una correlación previa, es decir, si se utiliza únicamente la curva general que suministra el fabricante del aparato.

El problema fundamental del aparato es que mide una propiedad superficial (la dureza) cuando la pretensión es encontrar una propiedad interna: la resistencia. (Construmática)

1.1.7.2 Pachómetro o Ferroskan

Detección y localización del acero de refuerzo de concreto, utilizando (FERROSCAN 15cm Bosch D-tec1150).

Un pachómetro o ferroskan es un aparato capaz de detectar elementos metálicos ocultos; por ello se usa para la localización de las barras de acero de un elemento de hormigón. Hay varios modelos, los más sencillos nos informan sobre la posición de la barra y su dirección, y los más sofisticados que nos proporcionan una estimación del diámetro y del recubrimiento de la barra. El aparato está formado por varias sondas y un módulo de lectura y control. El funcionamiento se basa en la medida de resistencia al flujo magnético generado por la sonda, que cuanto más cerca está de un elemento metálico, más pequeña es la resistencia.

También hay pachómetros analógicos, que su funcionamiento se basa en la medición del potencial eléctrico. Su utilización consiste en pasar la sonda por la superficie de hormigón, variando la dirección, hasta obtener una lectura máxima que corresponderá con la situación de la barra. Para conocer el diámetro y el recubrimiento se necesitan otros aparatos más complejos que son capaces de determinarlos a partir de la realización de dobles lecturas con interposición de una galga de grosor conocido u operando con varias sondas distintas. La fiabilidad de este aparato no es total, por lo que para un trabajo con cierta responsabilidad se recomienda hacer comprobaciones a partir de catas.

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



Dentro de esta familia, los aparatos más sencillos son los detectores de metal pensados para la localización de instalaciones. La respuesta ante la presencia de un elemento metálico es la emisión de una señal acústica fija, de manera que sólo nos informa de la presencia de metal. Con un pachómetro podemos detectar cemento aluminoso. Se ha demostrado que cuando el palpador está en contacto con cemento aluminoso se obtiene una respuesta al campo magnético muy superior a la que aparece con cemento Pórtland. El problema es si interfieren armaduras cercanas en la lectura. (Mengual Muñoz).

19

60 AÑOS

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



2 OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Evaluar y diagnosticar los daños presentes en el Puente sobre la quebrada “la Batatera” ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá, utilizando el Manual para la Inspección Visual de Puentes y Pontones de INVIAS (2006) y mediante la realización de ensayos no destructivos, con la finalidad de dar propuestas de intervención para el mantenimiento y rehabilitación de la estructura.

20

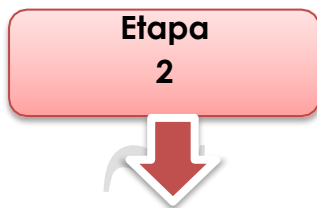
2.2 ESPECÍFICOS

- Analizar e identificar con base en el Manual para la Inspección Visual de Puentes y Pontones de INVIAS (2006) los daños presentes en el Puente sobre la quebrada “la Batatera” ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá.
- Determinar mediante ensayos no destructivos como esclerómetro, pachómetro o ferrosacan, y con equipos de topografía la verticalidad y horizontalidad del estado actual y las condiciones estructurales del Puente sobre la quebrada “la Batatera” ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá.
- Identificar cualitativamente la vulnerabilidad del puente.
- Generar recomendaciones de intervención para el mantenimiento del Puente sobre la quebrada “la Batatera” ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá.

3 METODOLOGÍA

El tipo de esta investigación es determinado como investigación mixta ya que se basó en investigación con los habitantes del Municipio de San Eduardo Boyacá y en estudios de campo, los cuales mostraron los datos que en este caso son los daños y fallas, las posibles causas y el estado actual del puente sobre la quebrada “la Batatera” y a partir de éstos se obtuvieron las conclusiones sobre las recomendaciones de intervención a realizar para su recuperación y funcionalidad hasta realizar el cambio por otro. La investigación es clasificada como un estudio de caso por lo cual se basó en hechos concretos teniendo claro que para esto se necesitó exploración, inspección y evaluación del objeto de estudio. Esta investigación fue un diseño no experimental ya que no se realizó una relación de causa-efecto, puesto que ya los efectos están y se determinó las posibles causas y daños.

El estudio consistió en 2 etapas.



Información primaria

Resultados (cuantificación de daños patológicos)

- Inspección preliminar
- Registro fotográfico
- Ensayos no destructivos

TIPOS DE LESION		
A) FISICAS	B) MECANICAS	C) QUIMICAS
A,1 Humedad	B,1 Deformaciones	C,1 Eftorescencias
A,2 Filtraciones	B,2 Grietas	C,2 Corrosión, Oxidación
A,3 Suciedad	B,3 fisuras	C,3 Carbonatación - pérdida de pH
A,4 Erosión - Socavación	B,4 Roturas	D) ORGANISMOS VIVOS
A,5 Manchas /Rayado	B,5 Desprendimientos	D,1 Insectos Xilófagos
A,6 Descomposición	B,6 Desplomes	D,2 Mohos, líquenes y hongos
	B,7 Asentamientos	D,3 Plantas superficiales
	B,8 Alabeos	D,4 Animales - palomas
	B,9 Faltantes	E) ANTROPOGENICOS
	B,10 Aplastamiento	E,1 Alteración Volumétrica
	B,11 Colapsado	E,2 Diseño inadecuado
	B,12 Dilatado	E,3 Carencia de Mantenimiento
	B,13 Quemado	E,4 Deficiencia constructiva

3.1 ETAPA 1. INFORMACIÓN PRIMARIA.

Esta investigación resulta de un trabajo de recolección de información en campo, los cuales se realizaron a partir de dos visitas técnicas donde se realizó una inspección visual detallada para llevar un registro fotográfico de cada uno de los daños y fallas patológicas. Además, se realizaron ensayos no destructivos tales como la prueba de ensayo de esclerómetro y pachómetro o ferrosacan, topografía para revisión de verticalidad y horizontalidad del estado actual del puente en las vigas y elementos del puente con el objetivo de determinar las condiciones en las que se encuentra la estructura.

3.1.1 Prueba del esclerómetro

Para realizar esta prueba se escogieron 10 puntos comprendidos entre vigas, tablero y estribos. Cada punto con un área de 30 x 30 cm y se tomaron 10 lecturas, cada lectura con una distancia de 5 cm descartando los valores que diferían de más de 6 unidades de la mediana. Se tuvo en cuenta que las superficies fueran lisas, estos ensayos o pruebas no destructivas (esclerométrias), nos ayudan a determinar el valor tentativo de $f'c$ de los elementos de concreto del puente, dicho instrumento es el esclerómetro con el cual se consigue una serie de datos los cuales se los conoce como índices de golpes, estos datos realizan su procesamiento con los ábacos y formulas propias del esclerómetro y con las normas NTC 3962 ASTM C80 5-85.

Imagen 12. Pruebas Esclérométrias.



3.1.2 Prueba del pachómetro o ferrosacan

Con el fin de conocer la distancia de recubrimiento se realizó la prueba con el pachómetro (Ferroscanner). Aunque no se contaba con los planos estructurales el objetivo fue verificar que se cumplió con el recubrimiento establecido en el diseño al momento de la construcción y la NSR-10, del puente. Al igual que los demás ensayos no destructivos, éste se realizó en los mismos elementos donde se realizaron los ensayos del esclerómetro.



Imagen 13. Pruebas Pachometro o ferrosacan.

4 ALCANCE

4.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

San Eduardo es un municipio colombiano, ubicado en la provincia de Lengupá, en el departamento de Boyacá. Dista 108 km a la ciudad de Tunja, capital del departamento, y 190 km de Bogotá. El área urbana cuenta con una longitud de norte a sur de 842 m y de oriente a occidente es de 820 m. De temperatura templada y con una riqueza acuífera exuberante.

24

Límita por el Norte con el municipio de Aquitania, por el Sur con el municipio de Campohermoso, por el Oriente con el municipio de Aquitania, por el Occidente con el municipio de Berbeo.

Datos del municipio, Extensión total; 106 km², Población; 1.867 hab, Cabecera; 715 hab Resto: 1.152 hab, Densidad de población: 18,15 habitantes por km², Altitud de la cabecera municipal, 1705 msnm, Temperatura media: 18°C, Veredas Cardoso, Libertad, Alejandría, Villanueva, Bombita, Quebradas y San Pablo.



Imagen 14. Localización del Municipio de San Eduardo.

Fuente: Google Maps 2021, https://es.wikipedia.org/wiki/San_Eduardo

4.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La primer visita se llevó a cabo el día 21 de Septiembre de 2020 hora 2:00 pm, para determinar el estado actual del puente en referencia y los estudios de campo se realizaron los días 22 y 23 de abril de 2021.

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



4.3 ALCANCE DEL PROYECTO

La evaluación, diagnóstico patológico del puente la “batatera” comprende la identificación de los daños presentes en el puente, proponiendo alternativas para su reparación, rehabilitación o cambio. Se reconocerán y describirán los problemas que presenta el puente.

Este estudio se realizó mediante inspección visual detallada y ensayos no destructivos como la prueba de ensayo de esclerómetro, pachómetro o ferrosacan y topografía para revisión de verticalidad y horizontalidad, los cuales se realizaron en puntos seleccionados del puente, estos permitieron identificar las áreas afectadas y evaluar los niveles de daño para caracterizarlos.

Este estudio se limitó a un trabajo descriptivo, en el cual se determinó la ubicación y características de las patologías, se identificó cualitativamente la vulnerabilidad del puente y con esto se propusieron medidas de intervención.

60 AÑOS



5 RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN Y PATOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PUENTE.

Puente sobre la quebrada "la Batatera" ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá, en las Veredas la Libertad y Alejandría, vía terciaria identificada con el código 50387 (INVIAS), con una luz aproximada de 15 mts y un tablero de concreto de 4 mts de ancho, dos vigas principales arriostradas por un elemento en el centro de la luz, dos estribos en concreto y protegido por gaviones revestidos, barandas metálicas ancladas a la placa maciza de 25 cm aprox, se encuentra en un cruce de con una pendiente media de la quebrada "la Batatera", vía de acceso en mal estado.

26

5.1.1 Tipo de puente

En este campo se registra el código correspondiente a la disposición transversal y longitudinal de la superestructura del puente, de acuerdo con la siguiente clasificación

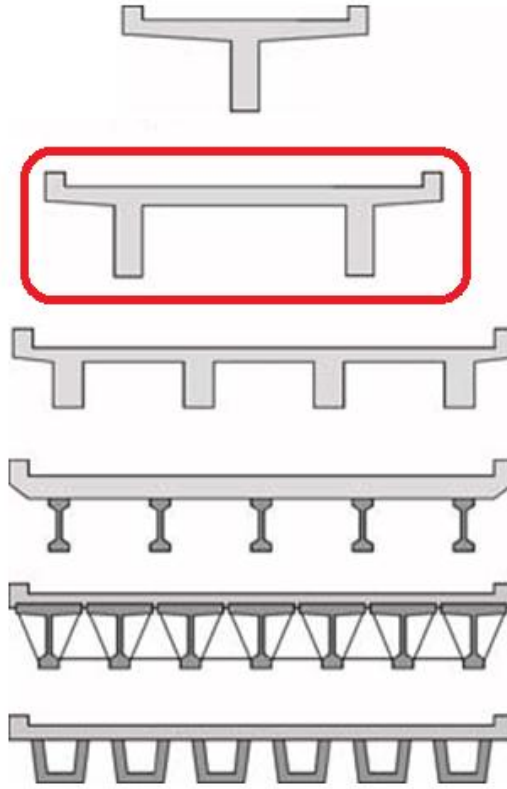
Tipo de Puente según estructuración transversal

CÓDIGO	TIPO DE PUENTE
01	Losa sobre vigas
02	Losa simplemente apoyada
03	Viga Cajón
04	Armadura de paso superior
05	Armadura de paso inferior
06	Arco Superior
07	Arco Inferior

Tipo de Puente según estructuración longitudinal

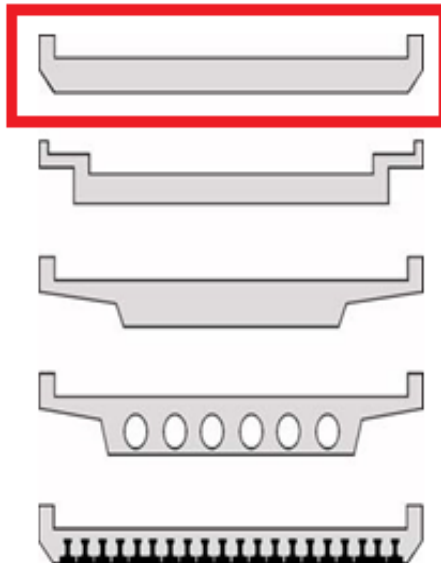
CÓDIGO	TIPO DE PUENTE
01	Vigas simplemente apoyadas
02	Vigas continuas
03	Puente colgante
04	Puente atirantado
05	Pórtico
06	Box culvert

Sección longitudinal del puente Tipo 01, Vigas simplemente apoyadas



27

Sección Transversal del puente Tipo 01, Losa sobre vigas



"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cél: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com

5.1.2 Superficie del puente y accesos

La superficie del Puente corresponde al al Tipo 02 Concreto, las patologías identificadas en la estructura (fisuras, deformaciones, desprendimientos, daños superficiales) se deberán registrar en los formatos establecidos para pavimentos rígidos respectivamente.

CÓDIGO	TIPO DE SUPERFICIE
01	Asfalto
02	Concreto
03	Afirmado
04	Metálica
00	Otra

5.1.3 Juntas de expansión.

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

Las juntas de dilatación tienen la tarea de unir los espacios libres, requeridos por razones del comportamiento estructural entre dos elementos, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Transmisión de cargas verticales y libertad de movimiento horizontal.
- Durabilidad de todos los elementos de la junta.
- Asegurar que los movimientos totales del puente proyectados sobre las juntas, se cumplan sin golpear o deteriorar los elementos estructurales
- Asegurar la continuidad de la capa de rodamiento del puente, para dar mayor confort a los usuarios vehiculares, peatonales, bicicletas y motos.
- Ser impermeables y evacuar las aguas sobre el tablero en forma rápida y segura.
- No deben ser fuente de ruidos, impactos y vibraciones al soportar las cargas del tráfico.
- Deben ser autolimpiables o de fácil acceso para el mantenimiento.

De los elementos característicos en las juntas para puentes se destacan los guardacantos, ángulos o platinas en perfiles metálicos y los sellos. Los guardacantos son las secciones terminales reforzadas encargadas de proteger los bordes de las juntas y el pavimento.

De acuerdo con la conformación de los elementos y al procedimiento constructivo empleado, las juntas de expansión se pueden clasificar en:

- Abiertas: No tienen conexión en la ranura y permite el paso directo del agua.
- Rellenas moldeadas: No permiten el paso de agua y son construidas en sitio.
- Rellenas premoldeadas: No permiten el paso de agua y se ensamblan con elementos externos.
- Mixtas: si reúnen dos o más elementos de los anteriormente descritos.

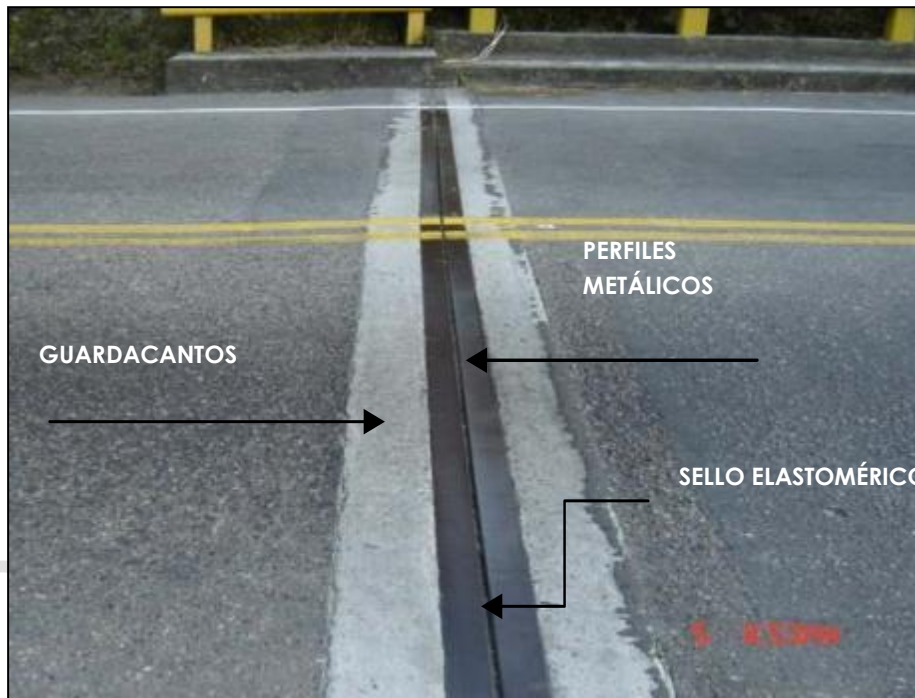


Imagen 15. Elementos típicos de una junta de expansión

Las dos más importantes clasificaciones de juntas de expansión en puentes son las juntas abiertas y las juntas cerradas, estas últimas se pueden subdividir en juntas selladas, con placa dentada y con placa.

Clasificación de las Juntas de expansión

CÓDIGO	TIPO DE JUNTA DE EXPANSIÓN
01	Juntas abiertas
02	Juntas selladas
03	Juntas de placa dentada
04	Juntas de placa deslizante
00	Otra

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



5.1.4 Barandas.

Se debe registrar el material de construcción predominante en las barandas, de acuerdo con la siguiente clasificación:

Clasificación de las Barandas

CÓDIGO	TIPO DE BARANDA
01	Mampostería
02	Concreto
03	Metálica
04	Pasamanos metálicos y postes en concreto
00	Otra

5.1.5 Drenajes.

En la inspección se debe verificar que tanto el drenaje transversal de la vía como el longitudinal funcionen correctamente, evitando el estancamiento del agua sobre la superficie del puente. De acuerdo con el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, el drenaje longitudinal debe hacerse por medio de tubos o drenajes, los cuales deben ser suficientes en número y tamaño para evacuar adecuadamente las cunetas. La correcta disposición de los drenajes del tablero evitará la descarga del agua sobre los elementos de la estructura del puente y la erosión en la salida de los ductos.

La localización inadecuada de los drenajes y las malas prácticas de construcción normalmente generan problemas de infiltración, eflorescencias, deterioro y contaminación del concreto aledaño.

Las fallas más comunes encontradas en los drenajes longitudinales corresponden a: taponamiento de los drenajes, ausencia de drenajes y longitud o sección insuficiente.

5.1.6 Apoyos.

Se refiere a los apoyos en estribos, en pilas y en voladizos de la superestructura, tanto apoyos fijos como apoyos móviles. En este campo en el formato de inspección se registra el código correspondiente al tipo de los apoyos de la estructura de acuerdo con la siguiente clasificación:



Tipo de Apoyos

CÓDIGO	TIPO DE APOYOS
01	Balancín
02	Rodillos
03	Placas en Neopreno
04	Apoyo Fijo
05	Basculante
00	Otros

Los apoyos requieren una inspección detallada ya que altos los esfuerzos y la contaminación en estas zonas puede generar diversos daños, en particular, si los apoyos no se colocaron adecuadamente o no cuentan con un buen diseño. Para la inspección visual de los apoyos se deben considerar los siguientes aspectos:

- Inspeccionar todos los dispositivos de apoyo, verificando que están funcionando correctamente.
- Comprobar que las tuercas de los pernos de anclaje se encuentren correctamente instaladas en los apoyos. Además, que los apoyos móviles están correctamente lubricados, limpios, que puedan moverse libremente, y que estén localizados correctamente.
- Verificar la separación de las láminas de los apoyos de neopreno y comprobar que no se presenten irregularidades que puedan indicar sobrecargas.
- En apoyos metálicos es importante verificar que éstos no presenten evidencias de corrosión que impidan su correcto funcionamiento.
- En apoyos de concreto se debe examinar que no presenten fisuras o descascaramientos en la base de los estribos o en los cabezales de las pilas donde normalmente se apoyan las vigas.

5.1.7 Aletas y Estribos.

Entre los daños típicos encontrados en aletas y estribos de puentes, se tienen los siguientes:

- Grietas verticales en la unión entre estribos y aletas.
- Fisuras y deterioro en el concreto provocados por corrosión del refuerzo.
- Movimiento o asentamiento de estribos.
- Problemas de socavación local en estribos.

- Problemas en el concreto expuesto (segregación, hormigueros, juntas frías inadecuadas).

Material de aletas y estribos

CÓDIGO	TIPO DE MATERIAL
01	Mampostería
02	Concreto ciclópeo
03	Concreto reforzado
04	Acero
05	Acero y concreto
06	Tierra armada

La inspección debe realizarse de forma minuciosa, poniendo especial atención en la parte visible de la cimentación (zapatas), en el cuerpo del estribo, en los muros de acompañamiento de las aletas (muros de contención), todo el concreto expuesto, la unión aletas – estribo, las juntas de mortero en la mampostería.

5.1.8 Losa, vigas y riostras.

En el formato de captura de información se debe especificar el código correspondiente a la tipología de la losa y las vigas, así como el código asignado a la forma de la sección transversal de las vigas de acuerdo con la siguiente clasificación:

CÓDIGO	TIPO DE LOSAS
01	Prefabricadas
02	Prelosa + losa fundida in situ
03	Celulares
04	Macizas
00	Otra

CÓDIGO	TIPO DE VIGAS
01	Reforzadas
02	Preesforzadas
03	Postensadas
00	Otra

CÓDIGO	SECCIÓN TRANSVERSAL
01	Sección constante
02	Sección variable
00	Otra



Las losas de concreto deberán revisarse comprobando que no presenten fisuras, descascaramientos, exposición del acero de refuerzo, infiltración de agua o cualquier evidencia de deterioro. Es importante identificar los daños existentes sobre la superficie del puente, generalmente patrones de fisuramiento sobre las superficies asfálticas indican daños en la losa.

Las vigas de concreto y riostras deberán examinarse para comprobar que no existan daños importantes, desintegración del concreto o deflexiones excesivas. Cuando se identifiquen fisuras se debe registrar el ancho y longitud de las mismas.

De acuerdo con el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (1995), "las vigas de concreto preesforzado deberán examinarse en cuanto a su alineamiento, agrietamiento y deterioro del concreto. Hay que buscar posibles agrietamientos o descostramientos en la zona de los apoyos y su alrededor y en los diafragmas".

Entre las fallas más comunes detectadas en superestructuras de concreto se tienen las siguientes:

- Pérdida o falta del concreto de recubrimiento.
- Exposición del acero de refuerzo y corrosión del mismo.
- Deficiencias en la construcción, (segregación, hormigueros, juntas frías inadecuadas).
- Fisuración por sobrecargas y esfuerzos no considerados en el diseño.
- Deflexiones.
- Deterioro en el concreto expuesto por drenajes inadecuados.

5.1.9 Cauce.

Este ítem hace referencia a la inspección del área bajo el puente así como en las orillas aguas arriba y aguas abajo de la estructura. Uno de los principales aspectos que hay que tener en cuenta en la inspección es la estabilidad del cauce frente a los efectos erosivos que la corriente produce por debajo y alrededor de las pilas y estribos.

Los problemas más frecuentes identificados en el cauce son:

- Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura.
- Erosión en el lecho y márgenes del río.
- Socavación general del cauce.
- Obstrucción del cauce por escombros, presencia de vegetación o invasión del mismo.
- Sedimentación de material transportado por la corriente.
- Falla o colapso de las estructuras de protección de las orillas del río.

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"



Si el cauce presenta alguna obstrucción que impida el libre flujo del agua se pueden desencadenar graves fallas por socavación tanto de los elementos de la estructura como en las márgenes, aumentar las fallas existentes en la estructura así como disminuir la sección hidráulica de la estructura.

5.1.10 Daños por diseño

Estos daños están relacionados con la concepción y diseño del proyecto. Entre las fallas más comunes en esta etapa se tienen las siguientes causas:

- Ausencia de cálculos.
- Estimación inadecuada de cargas y condiciones de servicio.
- No considerar juntas de construcción
- Uso inadecuado de los programas de computador.
- Mal dimensionamiento de los elementos estructurales.
- Falta de especificaciones y características de los materiales.
- Ausencia o falta de detalles constructivos y estructurales.
- Inapropiada disposición del acero de refuerzo o por insuficiencia del mismo.
- Uso de especificaciones obsoletas.

34

5.1.11 Daños por construcción

Estos daños pueden originarse por la utilización de los materiales con calidad inadecuada (cemento, agregados, agua), problemas en la dosificación, la producción, el transporte, la colocación y el curado. Las fallas más comunes durante el proceso de construcción se dan por las siguientes causas:

- Inadecuada interpretación de los planos.
- Equivocada localización del refuerzo.
- Deformaciones en la formaleta.
- Falta de control de la formaleta antes y durante el vaciado del concreto.
- Descimbrado inadecuado o anticipado.
- Desplazamiento del acero de refuerzo durante el vaciado.
- Prácticas deficientes en la colocación y compactación del concreto.
- Empleo de concretos con dosificación inadecuada.
- Ausencia o mala protección y curado del concreto.
- Carga prematura de la estructura.
- Falta de control de calidad en los materiales.

5.2 FICHAS HISTORIA CLÍNICA (PATOLOGÍAS).

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA" MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.										
									FICHA No.	1
FECHA	22/04/21									
HISTORIA CLINICA No	PTE-001									
INMUEBLE	Puente Vehicular									
AREA DE ESTUDIO	Superestructura									
ELEMENTO	Tablero									
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Prelosa + losa fundida in situ									
MATERIAL	Concreto									
TIPO AFECTACION	FISICA	x	MECANICA	x	QUIMICA					
	TIPO LESION			OBSERVACION						
MANCHAS										
GRIETAS	x	Transversal a la carpeta de rodadura								
PERDIDAS DE MATERIAL	x	Perdida de material de la carpeta de rodadura, desgaste de carpeta asfáltica con fisuras longitudinales.								
EXPOSICION DE REFUERZO										
ASENTAMIENTOS	x	asentamientos en la entrada y salida del puente								
FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO										
FOTOGRAFIA DE LA AFECTACION					VALORACION VISUAL					
					TIPO AFECTACION	INTERVENCION	GRADO DE LESION			
SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO	IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE		
x		x	x			x				
RESPONSABLES										
ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA CARDENAS										

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.

						FICHA No.	2
FECHA	22/04/21						
HISTORIA CLINICA No	PTE-001						
INMUEBLE	Puente Vehicular						
AREA DE ESTUDIO	Superestructura						
ELEMENTO	<u>Vigas</u>						
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Postensadas						
MATERIAL	Concreto						
TIPO AFECTACION	FISICA	x	MECANICA	x	QUIMICA	x	
	TIPO LESION			OBSERVACION			
MANCHAS	x			Eflorescencia color verde			
HUMEDAD	x			humedad en el punto de contacto con los estribos			
FISURAS	x			Fisuras en unión con los estribos por golpeo			
GRIETAS							
PERDIDAS DE MATERIAL							
EXPOSICION DE REFUERZO	x			Exposición del refuerzo en el momento de la construcción hormigones			
ASENTAMIENTOS							

FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO



FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION

VALORACION VISUAL

TIPO AFECTACION	INTERVENCION			GRADO DE LESION				
	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE
X	X	X	X			X		



RESPONSABLES

ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.

FECHA	22/04/21			FICHA No.	3
HISTORIA CLINICA No	PTE-001				
INMUEBLE	Puente Vehicular				
AREA DE ESTUDIO	Superestructura				
ELEMENTO	Barandas				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	artesanal				
MATERIAL	Carpintería metálica				
TIPO AFECTACION	FISICA	<input checked="" type="checkbox"/>	MECANICA	QUIMICA	<input checked="" type="checkbox"/>
	TIPO LESION		OBSERVACION		
OXIDACIÓN	X	Las barandas presentan descascaramientos y suciedad de la pintura debido a la C02			
CORROSIÓN	X	Condición regulares de las conexiones, la presencia de corrosión, regular estado de la pintura y presencia de material vegetal.			
FISURAS					
PERDIDAS DE MATERIAL					
EXPOSICION DE REFUERZO					
ASENTAMIENTOS					

FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO



FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION



VALORACION VISUAL

TIPO AFECTACION	INTERVENCION			GRADO DE LESION				
	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE
X			X	X			X	



RESPONSABLES

ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.

						FICHA No.		4					
FECHA	22/04/21												
HISTORIA CLINICA No	PTE-001												
INMUEBLE	Puente Vehicular												
AREA DE ESTUDIO	Superestructura												
ELEMENTO	Estribos												
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Artesanal in situ												
MATERIAL	Concreto												
TIPO AFECTACION	FISICA	x	MECANICA	x	QUIMICA								
	TIPO LESION		OBSERVACION										
MANCHAS	x		Eflorescencia color verde										
HUMEDAD	x		humedad en el punto de contacto con las vigas										
FISURAS	x		Fisuras en unión con los gaviones de las aletas										
GRIETAS													
PERDIDAS DE MATERIAL	x		Por la exposición con humedad y material vegetal										
EXPOSICION DE REFUERZO													
ASENTAMIENTOS	x		Por los esfuerzos de energía del rio y del talud superior										
FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO													
													
FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION					VALORACION VISUAL								
					TIPO AFECTACION		INTERVENCION		GRADO DE LESION				
					SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE	
					x	x	x				x		
													
RESPONSABLES													
ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA													

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

**ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.**

FECHA	22/04/21		
HISTORIA CLINICA No	PTE-001		
INMUEBLE	Puente Vehicular		
AREA DE ESTUDIO	Superestructura		
ELEMENTO	<u>Juntas de expansión</u>		
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Artesanal in situ		
MATERIAL	Concreto		
TIPO AFECTACION	FISICA	MECANICA	QUIMICA
		x	
	TIPO LESION	OBSERVACION	
MANCHAS	x	Se observa infiltración por el corte que tiene la junta no es uniforme y no tiene sello entre la junta con el concreto del tablero, bastante material vegetal y material particulado finos de la vía	
HUMEDAD			
FISURAS GRIETAS	x	Fisuras en las uniones con el tablero	
PERDIDAS DE MATERIAL	x	Se observa infiltración por desponche del concreto de apoyo de la junta, acumulación de material, aparición de vegetación en las zonas de apoyo de estribos.	

FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO



FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION

VALORACION VISUAL

TIPO AFECTACION	INTERVENCION			GRADO DE LESION					
	SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO	IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE
x	x	x		x			x		



RESPONSABLES

ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.

FECHA	22/04/21			FICHA No.	6		
HISTORIA CLINICA No	PTE-001						
INMUEBLE	Puente Vehicular						
AREA DE ESTUDIO	Superestructura						
ELEMENTO	Aletas y contención						
SISTEMA CONSTRUCTIVO	Artesanal in situ						
MATERIAL	Concreto						
TIPO AFECTACION	FISICA	x	MECANICA	x	QUIMICA		
	TIPO LESION			OBSERVACION			
MANCHAS	x			Eflorescencia color verde y bastante vegetación			
HUMEDAD	x			Humedades en todo su área y en la base			
FISURAS	x			Fisuras en unión con los gaviones, gaviones sin revestimiento presentando carbonatación de la malla			
GRIETAS							
PERDIDAS DE MATERIAL	x			Por la exposición con humedad y material vegetal			
EXPOSICION DE REFUERZO							
ASENTAMIENTOS	x			Por los esfuerzos de energía del rio y del talud superior			

FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO



FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION



VALORACION VISUAL

TIPO AFECTACION		INTERVENCION			GRADO DE LESION		
SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE
x	x	x	x			x	



RESPONSABLES

ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.

FECHA	22/04/21			FICHA No.	7
HISTORIA CLINICA No	PTE-001				
INMUEBLE	Puente Vehicular				
AREA DE ESTUDIO	Superestructura				
ELEMENTO	Hidráulica y socavación				
SISTEMA CONSTRUCTIVO	natural				
MATERIAL	H2O				
TIPO AFECTACION	FISICA	x	MECANICA	x	QUIMICA
	TIPO LESION		OBSERVACION		
MANCHAS					
HUMEDAD	x	estancamiento del agua sobre la superficie del puente, no existen drenajes de la escorrentía ni a la entrada ni salida, no se cuenta con drenajes del tablero			
FISURAS					
PERDIDAS DE MATERIAL	x	por la socavación existente y la geodinámica del rio			
EXPOSICION DE REFUERZO	x	Por el constante rozamiento con el flujo y por los golpes recibidos por las rocas de igual manera existen barreras de escombros de antiguas construcciones que obstaculizan el normal flujo del rio y la luz del puente no es adecuada para el caudal y el material de arrastre			
ASENTAMIENTOS	x	Por la constante pérdida del material de apoyo de los estribos por la socavación de fondo			



FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION

VALORACION VISUAL



TIPO AFECTACION		INTERVENCION			GRADO DE LESION		
SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE	SEVERO	MODERADO	LEVE
x	x	x	x			x	



RESPONSABLES

ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

ESTUDIO PATOLOGICO PUENTE VEHICULAR "QUEBRADA LA BATATERA"
MUNICIPIO DE SAN EDUARDO - BOYACÁ.

						FICHA No.		8		
FECHA	22/04/21									
HISTORIA CLINICA No	PTE-001									
INMUEBLE	Puente Vehicular									
AREA DE ESTUDIO	Superestructura									
ELEMENTO	Cauce y vulnerabilidad									
SISTEMA CONSTRUCTIVO	natural									
MATERIAL	natural									
TIPO AFECTACION	FISICA	x	MECANICA	x	QUIMICA					
	TIPO LESION		OBSERVACION							
GEOTECNIA	x		Constantes Movimientos geotécnicos en La Cuenca, Que Generan Taponamiento del cauce y avalanchas repentinas, bastante material de rocas de gran tamaño							
VULNERABILIDAD	x		por la socavación existente y la geodinámica del rio bastante erosión y socavación por debajo de los estribos							
PERDIDAS DE MATERIAL	x		por la socavación existente y la geodinámica del rio y choque de rocas contra las estructuras							
EXPOSICION DE REFUERZO	x		Por el constante rozamiento con el flujo y por los golpes recibidos por las rocas de igual manera existen barreras de escombros de antiguas construcciones que obstaculizan el normal flujo del rio y la luz del puente no es adecuada para el caudal y el material de arrastre							
ASENTAMIENTOS	x		Por la constante pérdida del material de apoyo de los estribos por la socavación de fondo							
FOTOGRAFIA DEL ELEMENTO										
FOTOGRAFIA DE LA ALFECTACION					VALORACION VISUAL					
					TIPO AFECTACION		INTERVENCION		GRADO DE LESION	
					SEGURIDAD	FUNCIONALIDAD	ASPECTO	IMPRESCINDIBLE	NECESARIA	CONVENIENTE
x	x	x	x			x				
RESPONSABLES										
ING CIVIL JUAN PABLO BARRERA										



5.3 VERTICALIDAD Y HORIZONTALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DEL PUENTE

5.3.1 Determinación de verticalidad de vigas y estribos

En el puente la “Batatera” del Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá, se realizó un reconocimiento ocular para la determinación de los procesos a seguir, luego de hacer la respectiva georreferenciación del predio por medio de toma de coordenadas N, E, y Z (obteniendo coordenadas de sistema Magna Sirgas se convirtieron a coordenadas planas) con GPS Garmin, se procedió a hacer un levantamiento con equipo electrónico de precisión, donde se determinaron medidas de distancias horizontales, inclinadas y ángulos verticales desde puntos fijos a puntos definidos en las vigas y estribos, (parte superior e inferior) con las cuales se estableció y conoció por diferencias en las medidas, la información necesaria para estipular el supuesto desplome, el cual se anexa en el cuadro resumen de medidas.

5.3.2 Georreferenciación.

Coordenadas obtenidas: 5°13'29.5"N 73°02'56.1"W, 5.224861, -73.048917, tomando este punto en la esquina sur occidental del puente.

5.3.3 Determinación de desniveles de placa o tablero del puente.

Para determinar los desniveles se utilizó La nivelación geométrica simple, que es un método de obtención de desniveles entre dos puntos, que utiliza visuales horizontales o nivelación por alturas. Es el procedimiento altimétrico que consiste en determinar la diferencia de cotas de los puntos observados, mediante la comparación directa de las diferencias de sus alturas medidas en una mira colocada en ellos, con el plano de comparación que establece la visual horizontal de un nivel topográfico, instalado normalmente el método del punto medio. Todos los puntos nivelados están referidos a una cota de base llamada BM la cual arbitrariamente le asignamos una cota de 100.

- EQUIPO EN CAMPO Y OFICINA:

Estación Total TOPCON GTS 225 S/N UM6169 con cartera electrónica

Trípode Metálico

Bastones con porta-prismas y Prismas

GPS Garmin Vista HCX

Nivel de precisión

Mira metálica graduada al m.m.

Computadora



- PERSONAL EN CAMPO Y OFICINA:

Topógrafo

Cadenero

Digitalizador

5.3.4 Cálculos topográficos

Luego de la toma de datos, Para iniciar los cálculos, se determinaron las distancias horizontales a muros y diferencia de niveles entre puntos mediante los resúmenes en tablas anexas.

5.3.5 Descripción del puente

Puente sobre la quebrada "la Batatera" ubicado en el Municipio de San Eduardo, Departamento de Boyacá, en las Veredas la Libertad y Alejandría, vía terciaria identificada con el código 50387 (INVIAS), con una luz aproximada de 15 mts y un tablero de concreto de 4 mts de ancho, dos vigas principales arriostradas por un elemento en el centro de la luz, dos estribos en concreto y protegido por gaviones revestidos, barandas metálicas ancladas a la placa maciza de 25 cm aprox, se encuentra en un cruce de con una pendiente media de la quebrada "la Batatera", vía de acceso en mal estado, se observa que el diseño geométrico de la entrada y la salida es demasiado fuerte el desarrollo.

60 AÑOS



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



CARTERA DE DATOS VERIFICACION VERTICALIDAD						
No.		LECTURA DIST. HORIZ. (m.)	LECTURA DIST. INCL. (m.)	ANGULO VERTICAL (" ' ")	DIF. DIST. HZTAL. DESPLOME (m.)	OBS.
1	SUPERIOR	2,284	2,371	74 25 21	0,002	
	INFERIOR	2,286	2,300	119 27 23		
2	SUPERIOR	2,037	2,226	66 11 39	-0,014	
	INFERIOR	2,023	2,213	113 55 35		
3	SUPERIOR	2,440	2,590	79 58 59	0,008	
	INFERIOR	2,448	2,568	107 35 39		
4	SUPERIOR	1,715	1,851	67 54 39	-0,002	
	INFERIOR	1,713	1,848	112 03 20		
5	SUPERIOR	2,925	2,986	78 23 05	-0,006	
	INFERIOR	2,919	3,060	107 25 28		
6	SUPERIOR	3,631	3,695	79 20 57	-0,010	
	INFERIOR	3,621	3,720	103 14 52		
7	SUPERIOR	3,158	3,325	78 16 49	-0,006	
	INFERIOR	3,152	3,308	107 39 21		
8	SUPERIOR	3,575	3,600	83 19 47	0,003	
	INFERIOR	3,578	3,628	102 01 00		
9	SUPERIOR	2,458	2,588	71 46 05	-0,004	
	INFERIOR	2,454	2,612	102 02 36		
10	SUPERIOR	2,072	2,158	73 49 42	-0,007	
	INFERIOR	2,065	2,219	111 30 17		
11	SUPERIOR	2,080	2,143	76 00 52	-0,010	
	INFERIOR	2,070	2,211	110 36 34		
12	SUPERIOR	2,375	2,438	76 55 15	-0,006	
	INFERIOR	2,369	2,528	110 28 57		
13	SUPERIOR	1,867	1,949	73 79 18	-0,001	
	INFERIOR	1,866	2,039	113 44 56		
14	SUPERIOR	2,852	2,910	78 15 29	-0,003	
	INFERIOR	2,849	3,003	108 13 19		
15	SUPERIOR	4,188	4,228	82 05 37	-0,004	
	INFERIOR	4,184	4,316	104 11 26		
16	SUPERIOR	6,065	6,089	84 51 21	-0,001	
	INFERIOR	6,064	6,152	99 40 44		
17	SUPERIOR	3,546	3,593	80 41 59	-0,007	
	INFERIOR	3,539	3,695	106 40 51		
18	SUPERIOR	2,138	2,216	74 44 30	-0,007	
	INFERIOR	2,131	2,299	112 02 30		
19	SUPERIOR	4,711	4,949	72 10 15	-0,003	
	INFERIOR	4,708	4,750	97 35 54		
20	SUPERIOR	3,670	3,926	69 12 41	0,014	
	INFERIOR	3,684	3,720	97 58 19		
21	SUPERIOR	5,734	5,844	78 51 22	-0,005	
	INFERIOR	5,729	5,795	98 38 48		

45

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



CARTERA DE DATOS VERIFICACION NIVELES							
PUNTO	V. ATRÁS	V. INTERM.	V. ADELANTE	ALTURA INSTRUM.	COTA	OBS.	DIFERENCIA NIVELES (m.)
BM	1,279			101,279	100,000		
A		1,285			99,994		0,006
B		1,280			99,999		0,001
C		1,276			100,003		-0,003
D		1,274			100,005		-0,005
E		1,277			100,002		0,003
F		1,278			100,001		-0,001
G		1,282			99,997		0,003
BM	1,278			101,278	100,000		
H		1,308			99,970		0,030
I		1,288			99,990		0,010
J		1,280			99,998		0,002
K		1,278			100,000		0,000
L		1,279			99,999		0,001
M		1,285			99,993		0,007
N		1,285			99,993		0,007
O		1,283			99,995		0,005
P		1,288			99,990		0,010
Q		1,290			99,988		0,012
R		1,285			99,993		0,007
S		1,280			99,998		0,002
T		1,270			100,008		-0,008
U		1,272			100,006		-0,006
BM	1,302			101,302	100,000		
V		1,330			99,972		0,028
X		1,323			99,979		0,021
Y		1,318			99,984		0,016
Z		1,314			99,988		0,012
BM	1,286			101,286	100,000		
AA		1,287			99,999		0,001
AB		1,289			99,997		0,003
AC		1,289			99,997		0,003
AD		1,289			99,997		0,003

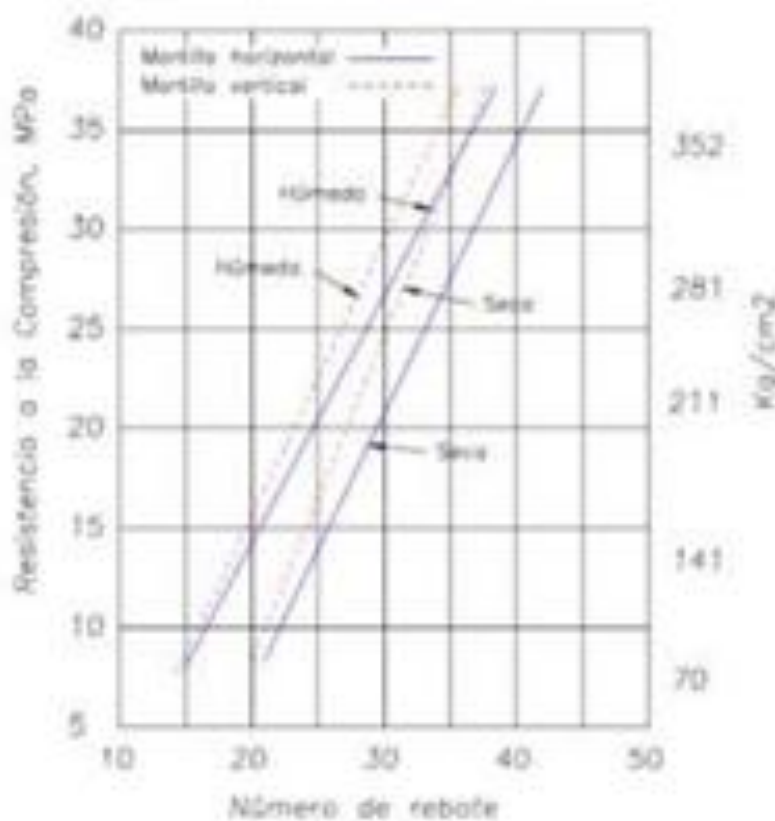
5.4 ENSAYO O PRUEBAS ESCLEROMÉTRICAS.

Básicamente el proceso está constituido por una masa móvil, con una cierta energía inicial, que impacta la superficie de una masa de concreto, produciendo una redistribución de la energía cinética inicial. Parte de la energía es absorbida como fricción mecánica en el instrumento y otra parte como energía de

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com

formación plástica del concreto. La parte restante es restituida a la masa móvil en proporción a la energía disponible. Para tal distribución de energía es condición básica que la masa de concreto sea prácticamente infinita con relación a la masa del percutor del aparato, lo que se da en la mayoría de las estructuras. En consecuencia, el rebote del esclerómetro es un indicador de las propiedades del concreto, con relación a su resistencia y grado de rigidez.



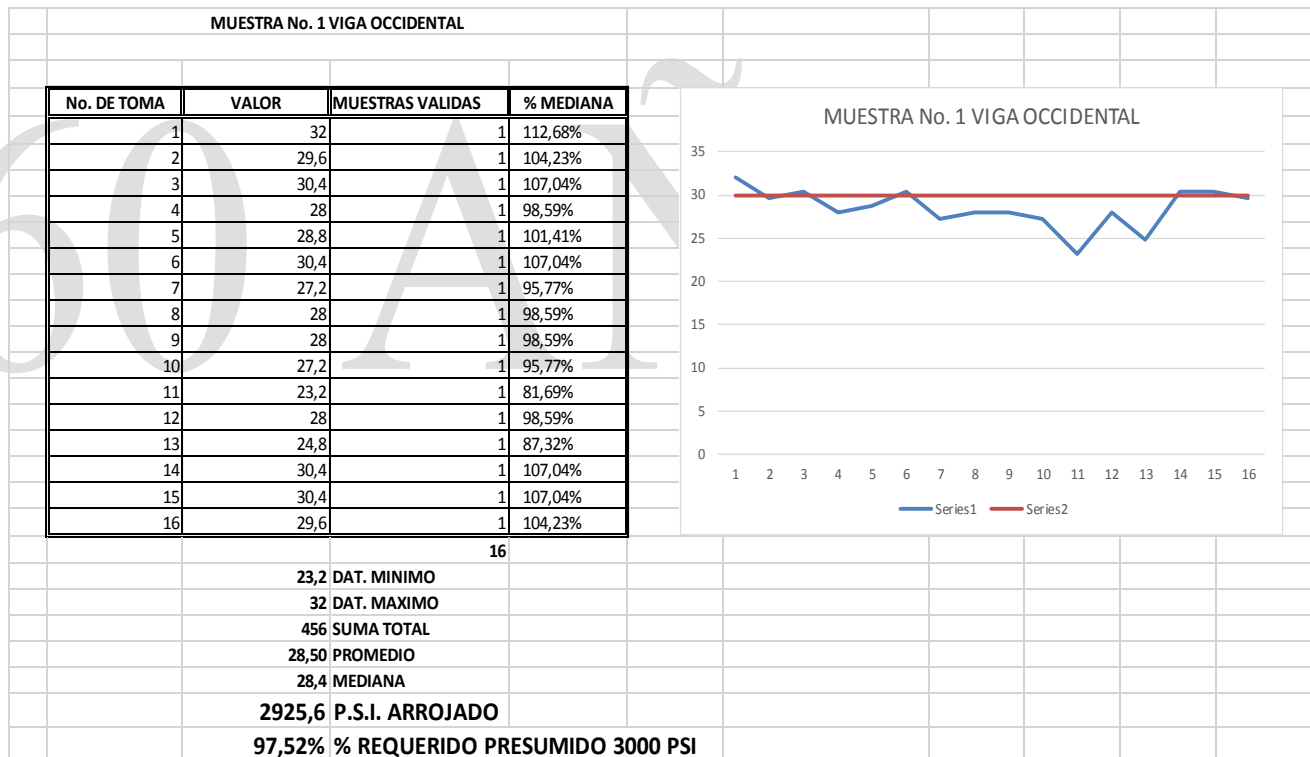
En la gráfica se puede observar que la correspondiente resistencia está en función no solo del número de rebote, también depende del estado de la superficie al igual que la orientación de la misma ya sea una horizontal o vertical. Es conveniente para determinar la resistencia de un área limitada, obtener el promedio de por lo menos 10 aplicaciones de rebote distribuidas sobre el área escogida a una distancia mínima de 30 mm entre rebote, este ensayo in situ se prepara la zona elegida eliminando la pátina de roca meteorizada, la carbonatación, la fluorescencia alisando la superficie de ensayo mediante una roca de grano fino de carburo de silicio, una vez realizado el alistamiento de la superficie se procede a posicionar el martillo perpendicular a la superficie del área ensayada, se dispara el vástago o punzón de impacto empujando el martillo hacia la superficie de ensayo hasta que el botón salte hacia afuera, se pulsa el botón para bloquear el vástago de impacto después de cada impacto, se procede a realizar la anotación del valor del rebote indicado por el puntero en la

escala, el esclerómetro que utilizamos está debidamente calibrado.

5.4.1 Factores que influyen en el ensayo

- Posición martillo
- Textura y estado de la superficie de concreto (carbonatada aumenta la resistencia)
- Concentración de árido grueso en la superficie (aumenta la resistencia)
- Medida, forma y rigidez del elemento constructivo.
- Edad del concreto.
- Condiciones de humedad interna (baja resistencia)
- Tipo de agregado
- Tipo de cemento
- Calidad y cantidad del agua (baja resistencia)
- Tipo de encofrado
- Manejo del fraguado y curado
- Grado de carbonatación de la superficie
- Acabado, temperatura superficial del concreto, temperatura del instrumento y temperatura de la región.

5.4.2 Resultados ensayos Esclerométricos





SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

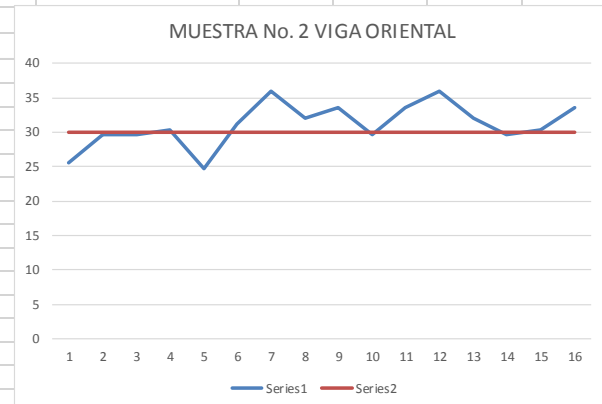
NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



MUESTRA No. 2 VIGA ORIENTAL

No. DE TOMA	VALOR	MUESTRAS VALIDAS	% MEDIANA
1	25,6	1	83,12%
2	29,6	1	96,10%
3	29,6	1	96,10%
4	30,4	1	98,70%
5	24,8	1	80,52%
6	31,2	1	101,30%
7	36	1	116,88%
8	32	1	103,90%
9	33,6	1	109,09%
10	29,6	1	96,10%
11	33,6	1	109,09%
12	36	1	116,88%
13	32	1	103,90%
14	29,6	1	96,10%
15	30,4	1	98,70%
16	33,6	1	109,09%



16

24,8 DAT. MINIMO

36 DAT. MAXIMO

497,6 SUMA TOTAL

31,10 PROMEDIO

30,8 MEDIANA

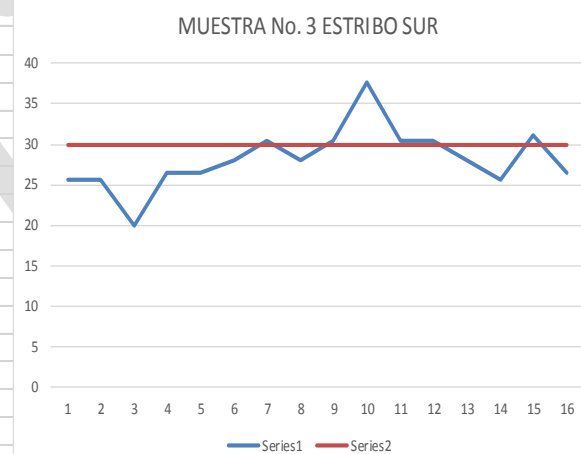
3192,5 P.S.I. ARROJADO

106,42% % REQUERIDO PRESUMIDO 3000 PSI

49

MUESTRA No. 3 ESTRIBO SUR

No. DE TOMA	VALOR	MUESTRAS VALIDAS	% MEDIANA
1	25,6	1	91,43%
2	25,6	1	91,43%
3	20	0	71,43%
4	26,4	1	94,29%
5	26,4	1	94,29%
6	28	1	100,00%
7	30,4	1	108,57%
8	28	1	100,00%
9	30,4	1	108,57%
10	37,6	0	134,29%
11	30,4	1	108,57%
12	30,4	1	108,57%
13	28	1	100,00%
14	25,6	1	91,43%
15	31,2	1	111,43%
16	26,4	1	94,29%



14

20 DAT. MINIMO

37,6 DAT. MAXIMO

392,8 SUMA TOTAL

28,06 PROMEDIO

28 MEDIANA

2880,2 P.S.I. ARROJADO

96,01% % REQUERIDO PRESUMIDO 3000 PSI

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia

e-mail: sbiatunja@gmail.com



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

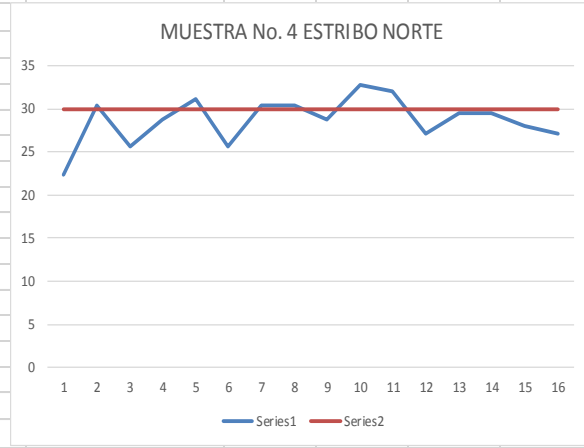
NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



MUESTRA No. 4 ESTRIBO NORTE

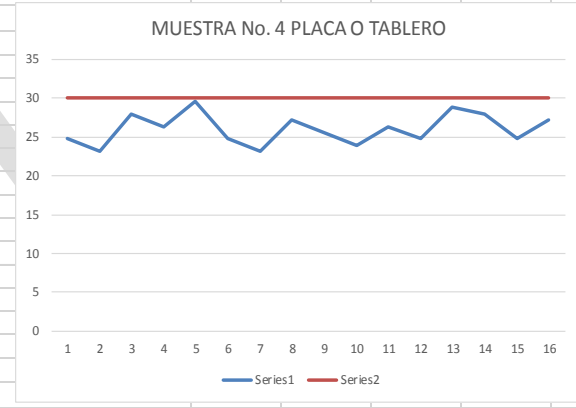
No. DE TOMA	VALOR	MUESTRAS VALIDAS	% MEDIANA
1	22,4	0	76,71%
2	30,4	1	104,11%
3	25,6	1	87,67%
4	28,8	1	98,63%
5	31,2	1	106,85%
6	25,6	1	87,67%
7	30,4	1	104,11%
8	30,4	1	104,11%
9	28,8	1	98,63%
10	32,8	1	112,33%
11	32	1	109,59%
12	27,2	1	93,15%
13	29,6	1	101,37%
14	29,6	1	101,37%
15	28	1	95,89%
16	27,2	1	93,15%



15
 22,4 DAT. MINIMO
 32,8 DAT. MAXIMO
 437,6 SUMA TOTAL
 29,17 PROMEDIO
 29,2 MEDIANA
 2994,8 P.S.I. ARROJADO
 99,83% % REQUERIDO

MUESTRA No. 5 PLACA O TABLERO

No. DE TOMA	VALOR	MUESTRAS VALIDAS	% MEDIANA
1	24,8	0	95,38%
2	23,2	1	89,23%
3	28	1	107,69%
4	26,4	1	101,54%
5	29,6	1	113,85%
6	24,8	1	95,38%
7	23,2	1	89,23%
8	27,2	1	104,62%
9	25,6	1	98,46%
10	24	1	92,31%
11	26,4	1	101,54%
12	24,8	1	95,38%
13	28,8	1	110,77%
14	28	1	107,69%
15	24,8	1	95,38%
16	27,2	1	104,62%



15
 23,2 DAT. MINIMO
 29,6 DAT. MAXIMO
 416,8 SUMA TOTAL
 27,79 PROMEDIO
 26 MEDIANA
 2852,4 P.S.I. ARROJADO
 95,08% % REQUERIDO PRESUMIDO 3000 PSI

5.5 DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO DE CONCRETO

Este ensayo se realiza con el fin de conocer la distancia de recubrimiento, se realizó la prueba con el pachómetro o (Ferros scanner). Aunque no se contaba con los planos estructurales el objetivo fue verificar que se cumplió con el recubrimiento establecido en el diseño al momento de la construcción del puente, cumpliendo con la norma sismoresistentes.

Este procedimiento se lleva a cabo con la finalidad de conocer la trayectoria real del acero dentro de los elementos de concreto armado. Para esto se pueden emplear artefactos que aplican rayos X sobre los elementos de concreto armado, o el FERROSCAN.

Para la detección y localización del acero de refuerzo de concreto, se utilizó un ferros scanner, (FERROSCAN 15cm Bosch D-tec150).

Estas pruebas se realizaron en cinco sectores; viga occidental, viga oriental, estribo norte, estribo sur y tablero o placa.

Este ensayo nos determina una profundidad, ubicación y aproximadamente un diámetro, no nos muestra si el acero es lizo o corrugado.

Recubrimiento para las armaduras principale no protegidas (mm)

Situación	Recubrimiento (mm)
Exposición directa al agua salada	100
Hormigonado contra el suelo	75
Ubicaciones costeras	75
Exposición a sales anticongelantes	60
Superficies de losa del puentes con tránsito de neumáticos con clavos o cadenas	60
Otras situaciones exteriores	50
Otras situaciones interiores	
• Hasta Barras No. 11	40
• Barras No. 14 y No. 18	50
Fondo de losas vaciadas <i>in situ</i>	
• Hasta Barras No. 11	25
• Barras No. 14 y No. 18	50
Encofrados inferiores para paneles prefabricados	20
Pilotes prefabricados de concreto armado	
• Ambientes no corrosivos	50
• Ambientes corrosivos	75
Pilotes prefabricados de concreto presforzado	50
Pilotes vaciados <i>in situ</i>	
• Ambientes no corrosivos	50
• Ambientes corrosivos	
– En general	75
– Refuerzo protegido	75
• Cáscaras	50
• Concreto vaciado con bentonita, concreto vaciado por el sistema tremie o construcción con lechada	75

Requisitos de recubrimiento para concreto en puentes (fuente: LFRD-CCP 14)



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960

NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



LOCALIZACIÓN	UBICACIÓN	RESULTADOS FERROSCAN						ACERO DE REFUERZO, ESPACIAMIENTO MÍNIMO DE BARRAS DE ACUERDO A LFRD-CCP 14 (5.10.3.1.1)				ACERO DE REFUERZO	
		REF. VERTICALES			REF. HORIZONTALES			REF. VERTICALES		REF. HORIZONTALES		CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO, ESPACIAMIENTO MÍNIMO	
		Ø (pulg)	Recubr (mm)	Espac. (mm)	Ø (pulg)	Recubr (mm)	Espac (mm)	Espac. mínimo (mm)	Espac. (mm)	Espac. mínimo (mm)	Espac. (mm)	REF. VERT.	REF. HOR.
Viga oriental	F-1	5/8	38	200	1/2	47	200	38	200	38	200	CUMPLE	CUMPLE
Viga occidental	F-2	5/8	38	200	1/2	43	200	38	200	38	200	CUMPLE	CUMPLE
Estribo sur	F-3	5/8	38	200	1/2	49	200	38	200	38	200	CUMPLE	CUMPLE
Estribo norte	F-4	5/8	46	150-300	1/2	33	200	38	225	38	200	CUMPLE	CUMPLE
Placa o tablero	F-5	5/8	40	250	1/2	32	150-100	38	250	38	125	CUMPLE	CUMPLE

Resultados de pruebas esclerométricas

60 AÑOS

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Los procesos patológicos presentes en la estructura que conforma el Puente "Quebrada la Batatera", da cuenta de diferentes tipos de lesión, principalmente de carácter mecánico, físico, químico, Organismos vivos y antropogénicas. Estas manifestaciones externas con características que permiten deducir la naturaleza, el origen y los mecanismos de los fenómenos involucrados, es así que se consideran causas directas e indirectas en el origen de dichas afectaciones.

Se puede evidenciar que dentro de las lesiones físicas gobiernan afectaciones por erosión y/o socavación, suciedad, manchas y humedad. Dentro de las lesiones mecánicas se presentan principalmente desprendimientos, dilataciones, alabeos, faltantes y deformaciones. En las lesiones químicas aparecen principalmente eflorescencias, carbonatación y oxidación – corrosión. En el tipo de lesiones por organismos vivos se evidencia que hay afectaciones principalmente debido a presencia de moho, liquen y hongos y plantas superficiales.

Adicionalmente el componente del puente que presenta mayor porcentaje de afectación corresponde a la superestructura, seguido de la subestructura y finalmente, el equipamiento del puente y el cauce del río.

Como resultado de los ensayos no destructivos referente a los diferentes componentes estructurales del puente se obtuvo lo siguiente:

Los ensayos de Ferroskan realizados de manera aleatoria permitieron detectar el refuerzo horizontal y vertical, así como el recubrimiento de las barras de acero existente en el puente.

Se hace la concordancia con los parámetros de recubrimiento y espaciamiento establecidos por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes LFRD- CCP 14 encontrando incumplimiento en algunos sectores de la estructura.

Los ensayos Esclerométricos nos determinan unos niveles altos de resistencia, en la subestructura y la superestructura.

La verticalidad y horizontalidad de los elementos, presentan desviaciones menores del proceso constructivo, de los asentamientos, socavación lateral y de la geodinámica del río.



7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

54

De acuerdo con los valores obtenidos con el ferrosacan, indican que el acero de refuerzo todavía no se encuentra expuesto al concreto carbonatado, ya que los valores de recubrimiento y valores de profundidad de carbonatación permiten que el acero de refuerzo no se encuentre vulnerable a este proceso. Sin embargo, el puente presenta áreas en las cuales los valores de recubrimiento no son los adecuados y ya presenta exposición y corrosión del acero, estas áreas pueden dañar áreas alrededor que se encuentran en buen estado.

Mediante el análisis sistemático de la información recopilada, la observación en campo, las condiciones de servicio, los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio, se obtuvo el diagnóstico preliminar que da cuenta de causas que generan los procesos patológicos y establece propuestas de mantenimiento – preventivo y correctivo- y la justificación de la necesidad de realizar la investigación detallada bajo un análisis de vulnerabilidad que determine las medidas de rehabilitación y reforzamiento que permita garantizar la estabilidad del Puente durante su vida de servicio residual y de una nueva propuesta para la reposición y ubicación de un nuevo puente, que cumpla con las nuevas normas de exigencias para la comunidad.

Realizar de manera inmediata, el retiro de las rocas de gran tamaño que se encuentran aguas arriba del puente y de grandes residuos de concreto que se ubican debajo de este, para evitar una obstrucción o represamiento del caudal y evitar una creciente súbita y posibles sobreesfuerzos a la estructura del puente.

Realizar el revestimiento a los gaviones existentes en los costados de los estribos, como medida de protección a estos elementos, realizar el mantenimiento a las barandas, mantenimiento de la vegetación en todos los elementos del puente, mantenimiento de la vía de acceso al puente con su respectiva señalización, mantenimiento de los drenes del tablero, mantenimiento de la juntas de expansión, todo esto para garantizar la estabilidad del Puente durante su vida de servicio residual.

La cuenca de la quebrada la batatera, está ubicada con pendientes altas y zona geológica inestable en movimiento, la cual transporta rocas de gran tamaño a través de su recorrido y más en la parte alta, por lo anterior es necesario anualmente la proyección de mantenimiento aguas arriba del puente en estudio, para evitar algún tipo de obstrucción a su cauce.

Los estribos y gaviones de las aletas están a punto de falla, por la carbonatación del refuerzo y la exposición de material vegetal, presentando eflorescencias en toda su área, de igual manera se presenta una socavación marcada en el costado norte del

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"



estribo, generando debilidad a la superestructura del puente que puede ocasionar una falla.

El puente presenta juntas frías a ambos costados, sin ningún tipo de sellante o material que permita libremente las dilataciones que presentan los elementos estructurales, los aparatos de apoyo (neoprenos), se observa el deterioro el cual se manifiesta por varios aspectos como la deformación y distorsión de apoyos de neopreno, no se han realizado ningún mantenimiento o cambio, por lo anterior las estructuras están sujetas a esfuerzos directos sin amortiguación de sus elementos.

55

El puente presenta una superficie en concreto sin ningún tipo de recubrimiento o lechada asfáltica. La superficie debido al tránsito vehicular y exposición a factores medioambientales presenta abrasión y desgaste. El bombeo es de 2% a ambos costados.

Se recomienda la construcción de un nuevo puente, que cumpla los anchos mínimos de transitabilidad de los vehículos y del diseño geométrico, el puente actual en estudio no cumple con una luz mínima, que no genere una obstrucción o represamiento del caudal, de igual manera su ancho es insuficiente para el servicio que presta, la ubicación actual no es la recomendada por su diseño geométrico, se encuentra en una zona de falla geotécnica muy cerca al talud norte, se recomienda realizar diseños aguas abajo del puente actual.

60 AÑOS

8 ARCHIVO FOTOGRAFICO



Foto No.1 Características generales del puente.

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



Foto No.2. Vía costado nor-oriental



Foto No.3. Vía costado sur-occidental

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cél: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



Foto No.4. Presencia de material vegetal



Foto No.5. Presencia de material vegetal y eflorescencia de color verde oscuro

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"



Foto No.6. Aguas arriba presencia de rocas de gran tamaño.



Foto No.7. Obstrucción del cauce por rocas de gran tamaño.

"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



Foto No.8. Gaviones de protección en los estribos sin revestimiento.



65

Foto No.9 Entrada sur del puente, diseño geométrico sin desarrollo óptimo.



Foto No.10 Ancho no adecuado del puente para su uso, sin señalización.

“CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO”

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com



Foto No.11 control de verticalidad y horizontalidad parte superior del puente.



Foto No.12 control de verticalidad y horizontalidad parte inferior del puente.



65

Foto No.13 Fallas en procesos constructivos hormigoneo en vigas principales.



Foto No.14 Fallas en procesos constructivos hormigoneo en aletas.



65

Foto No.15 ensayos de ferros scanner en tablero o placa del puente.



Foto No.16 ensayos de ferros scanner en tablero viga de baranda.



Foto No.17 ensayos de esclerometria en viga costado occidente.

65



Foto No.18 ensayos de esclerometria en tablero o placa del puente.



9 BIBLIOGRAFÍA

- [https://es.wikipedia.org/wiki/san_eduardo_\(boyac%C3%A1\)](https://es.wikipedia.org/wiki/san_eduardo_(boyac%C3%A1))
- Calavera, José. "patología de estructuras de hormigón armado y pretensado". instituto técnico de materiales y construcciones intemac. 1996. tomo i.
- Manual para la inspección visual de puentes y pontones, ministerio de transporte, instituto nacional de vías, octubre de 2006
- Levantamientos de lesiones puente ocoa historia clínica, patología de la construcción, María Isabel Mayorga
- Norma colombiana de diseño de puentes ccp95. norma colombiana de diseño de puentes lrfd-ccp14.
- Estudio de patología de la construcción, puente taquegrande localidad de sumapaz, Bogotá ing. Patricia Díaz Barreiro 2020
- Aashto lrfd bridge design specifications, 7th edition, with 2015 and 2016 interimrevisions.
- Aashto guide specifications for lrfd seismic bridge design, 2nd edition, with 2012,2014, and 2015 interim revisions
- Ingeniería de puentes tomo i, ii. (Muñoz 2012)



SOCIEDAD BOYACENSE DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

FUNDADA EN 1960
NIT: 891.800.657-4

PERSONERIA JURIDICA No. 250 del 13 de ABRIL 1961



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.
En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA
Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.



65



"CONOCIMIENTO, EXPERIENCIA Y LIDERAZGO"

Calle 21 No. 10-32 Ofc. 202 Telefax: 098-7423399, Cel: 310777760 Tunja Colombia
e-mail: sbiatunja@gmail.com