

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Código F-AC-DBL-007	Fecha 10-04-2012	Revisión A
Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO		Pág. i(167)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	YUNEIRY ORTIZ PEREZ LUIS HERNANDO BALLESTEROS LÓPEZ
FACULTAD	INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR	CIRO ALFONSO PEÑARANDA CARRASCAL
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.

RESUMEN

EN EL PRESENTE ESTUDIO SE REALIZÓ UNA EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN ALGUNOS PUENTES DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, COMO LO FUERON EL PUENTE DE LA SAL, EL PUENTE DE LA GLORIA Y EL PUENTE DE PRIMERO DE MAYO.

EN ESTA INVESTIGACIÓN SE IDENTIFICÓ, LOCALIZÓ Y CARACTERIZÓ SEGÚN LAS CONDICIONES EN QUE SE ENCONTRABA CADA UNO DE LOS PUENTES, CON EL FIN DE EVALUAR EL ESTADO ACTUAL DE SUS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 162	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 64	CD-ROM: 1
--------------	-----------	-------------------	-----------



EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y
MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

AUTORES:

LUIS HERNANDO BALLESTEROS LÓPEZ

YUNEIRY ORTIZ PÉREZ

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

DIRECTOR

ESP. CIRO ALFONSO PEÑARANDA CARRASCAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Dedicatoria

El desarrollo de este proyecto no lo puedo catalogar como algo fácil, pero lo que sí puedo hacer, es afirmar que durante este tiempo pude disfrutar de cada momento, cada investigación, proceso y propósito que realice, lo disfrute mucho, y no fue porque simplemente me dispuse a que así fuera, sino porque conté con personas maravillosas que siempre estuvieron ahí, fue porque la vida misma me demostró que las cosas y actos que yo realice, serán los mismos que harán conmigo.

A Dios y a la Virgen María, gracias por haberme permitido llegar a ser la persona que siempre soñé ser y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su gran bondad y amor. Permíteme Señor que la preparación especial que poseo la sepa emplear con entusiasmo, serenidad y dedicación; con integridad, sinceridad y honestidad en servicio de la comunidad, de mi país y de la humanidad entera.

Con mucho cariño y amor dedico este logro principalmente a mi madre Lidia Rosa Pérez quien me dio la vida y ha estado conmigo en todo momento, quien ha sido el principal cimiento para la construcción de mi vida personal y profesional, sentó en mi las bases de responsabilidad, perseverancia y dedicación; en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar, pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día mas.

A mis hermanos Johana Prado Pérez, Jon Prado Pérez y Norvey Pérez, a mis sobrinos Nicol Prado, Juan Mateo Pérez, Isabella Pérez y Ana Victoria Prado y demás familiares, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo, pero más que nada, por su amor.

A mis amigos que a lo largo de la carrera compartieron conmigo momentos agradables, de constante lucha y sacrificio para llevar a cabo este gran proyecto de vida, por sus palabras de motivación y animo en esos días en los que más se necesitaban.

Mi agradecimiento especial a la Universidad Francisco de Paula Santander, la cual me abrió sus puertas para formarme profesionalmente, a mis profesores por el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos.

Yuneiry Ortiz Pérez.

Dedicatoria

Este triunfo se lo dedico a Dios por ser el dueño de mi vida, por darme la sabiduría necesaria durante toda mi formación profesional, por ser mi escudo y protegerme de todo mal y peligro, por estar a mi lado siempre para llenarme de bendiciones y brindarme todo su amor.

A mi padre Hernando Ballesteros Jácome, por ser mi apoyo incondicional, por estar siempre pendiente de mí, por enseñarme valores, por estar conmigo en mis triunfos y derrotas, por darme todo su amor y por ser el mejor papá del mundo.

A mi tía Miriam del Carmen Ballesteros Jácome y mi abuela Inés María Jácome por ser esas madres incondicionales, por consentirme y criarme desde mi infancia, por formarme en valores y llenarme de su amor.

A mi novia, amiga y confidente Emma Johana Gómez Noriega, por ser esa persona tan especial que llego a mi vida para cambiarla, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por impulsarme a seguir adelante, por darme su amor y por acompañarme durante todo este proceso brindándome todo su apoyo.

A todos aquellos familiares y amigos que me han acompañado en todo momento y que estuvieron presentes en toda mi etapa universitaria.

Luis Hernando Ballesteros López

Índice

Resumen.....	14
Introducción.....	15
Capítulo 1: Evaluación y caracterización física, química y mecánica, a través de ensayos no destructivos en los puentes ubicados en la vía nacional y municipal de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.....	17
1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2 Formulación del problema.....	18
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación.....	19
1.5 Delimitaciones.....	20
1.5.1. Delimitación Operativa.....	20
1.5.2. Delimitación Conceptual.....	20
1.5.3. Delimitación Geográfica.....	20
1.5.4. Delimitación Temporal.....	20
Capítulo 2: Marco referencial.....	21
2.1 Marco histórico.....	21
2.1.1 Antecedentes históricos de los puentes a nivel internacional.....	21
2.1.2 Antecedentes históricos de los puentes a nivel nacional.....	23
2.1.3 Antecedentes bibliográficos.....	24
2.2 Marco contextual.....	26
2.3 Marco conceptual.....	27
2.3.1 Acciones Físicas.....	27
2.3.2 Acciones mecánicas.....	27
2.3.3 Acciones químicas.....	28
2.3.4 Carbonatación.....	28
2.3.5 Caracterización.....	29
2.3.6 Concreto.....	29
2.3.7 Deterioros.....	29
2.3.8 Evaluación cualitativa.....	30
2.3.9 Ensayos de esclerometría.....	30
2.3.10 Ensayos No Destructivos.....	30
2.3.11 Ensayos de Ultrasonido.....	31
2.3.12 Fenolftaleína.....	31
2.3.13 Puente.....	32
2.4 Marco teórico.....	32
2.5 Marco legal.....	34
Capítulo 3: Diseño metodológico.....	35

3.1 Tipo de investigación.....	35
3.2 Población.....	35
3.3 Muestra.....	35
3.4 Recolección de información.....	35
3.5 Análisis de información	36
Capítulo 4: Resultados y discusión.....	37
4.1 Evaluación Patológica de los Puentes.....	37
4.1.1 Evaluación Patológica Puente de La Sal.....	38
4.1.2 Evaluación Patológica Puente de La Gloria.....	40
4.1.3 Evaluación Patológica Puente Primero de Mayo.....	46
4.2 Ubicación de las Patologías en los Planos.....	59
4.2.1 Ubicación de Patologías Puente de La Sal.....	60
4.2.2 Ubicación de Patologías Puente de La Gloria.....	67
4.2.3 Ubicación de Patologías Puente Primero de Mayo.....	81
4.3 Ensayo de Carbonatación.....	92
4.3.1 Ensayo de carbonatación puente de La Sal.....	93
4.3.2 Ensayo de carbonatación puente La Gloria.....	101
4.3.3 Ensayo de carbonatación puente Primero de Mayo.....	128
4.4 Ensayo de Esclerometría.....	136
4.4.1. Ensayo de Esclerometría en el Puente de La Sal.....	139
4.4.2. Ensayo de Esclerometría en el Puente de La Gloria.....	140
4.4.3. Ensayo de Esclerometría en el Puente Primero de Mayo.....	141
4.5 Ensayo de Ultrasonido.....	142
4.5.1 Ensayo de Ultrasonido Puente de La Sal.....	143
4.5.2 Ensayo de Ultrasonido Puente de La Gloria.....	148
4.5.3 Ensayo de Ultrasonido Puente Primero de Mayo.....	150
Conclusiones.....	156
Recomendaciones.....	158
Referencias.....	159
Apéndices.....	161

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación de los puentes a estudiar en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander..	28
Figura 2. Difusión del dióxido de carbono a través de los poros de concreto, daños por corrosión).	29
Figura 3. Ensayo de esclerometria..	30
Figura 4. (a) la onda viaja libremente en el interior de la pieza hasta encontrarse con otro material para ser reflejado, la pieza o presenta defectos. (b) la onda reflejada por el defecto en el interior de la pieza..	31
Figura 5. Tonalidad de la fenolftaleína en el concreto.	31
Figura 6. Capa de rodadura puente de La Sal.	38
Figura 7. Capa de rodadura 2 puente de La Sal.	38
Figura 8. Esquina Andenes puente de La Sal.	39
Figura 9. Andenes puente de La Sal.	39
Figura 10. Barandas puente de La Sal.	40
Figura 11. Estado de Barandas puente de La Sal.	40
Figura 12. Iluminación puente de La Sal.	41
Figura 13. Visualización de la Iluminación puente de La Sal.	41
Figura 14. Drenaje puente de La Sal.	42
Figura 15. Estado del drenaje puente de La Sal.	42
Figura 16. Estado de Aletas y Estribos puente de La Sal.	43
Figura 17. Aletas y Estribos puente de La Sal.	43
Figura 18. Estado de Losa y Vigas puente de La Sal.	44
Figura 19. Losa y Vigas puente de La Sal.	44
Figura 20. Estado de Capa de rodadura puente de La Gloria.	45
Figura 21. Capa de rodadura puente de La Gloria.	45
Figura 22. Estado de Andenes y/o Bordillos puente de La Gloria.	46
Figura 23. Andenes y/o Bordillos puente de La Gloria.	46
Figura 24. Estado de Barandas puente de La Gloria.	47
Figura 25. Barandas puente de La Gloria.	47
Figura 26. Estado de Iluminación puente de La Gloria.	48
Figura 27. Iluminación puente de La Gloria.	48
Figura 28. Drenajes puente de La Gloria.	49
Figura 29. Estado de drenajes puente de La Gloria.	49
Figura 30. Pilas y Columnas puente de la Gloria.	50
Figura 31. Estado Pilas y Columnas puente de la Gloria.	50
Figura 32. Estado de Losa, Vigas y Riostras puente de La Gloria	51
Figura 33. Losa, Vigas y Riostras puente de La Gloria.	51
Figura 34. Estado de Capa de rodadura puente Primero de Mayo.	52
Figura 35. Capa de rodadura puente Primero de Mayo.	52

Figura 36. Bordillos desportillados, acero expuesto, corrosión del mismo puente Primero de Mayo.	53
Figura 37. Estado de Bordillos desportillados, acero expuesto, corrosión del mismo puente Primero de Mayo.	53
Figura 38. Barandas puente Primero de Mayo.....	54
Figura 39. Estado de Barandas puente Primero de Mayo.	54
Figura 40. Iluminación puente Primero de Mayo.	55
Figura 41. Estado Iluminación puente Primero de Mayo.	55
Figura 42. Señalización puente Primero de Mayo.	56
Figura 43. Estado de Señalización puente Primero de Mayo.	56
Figura 44. Drenajes puente Primero de Mayo.	57
Figura 45. Estado de Drenajes puente Primero de Mayo.....	57
Figura 46. Aletas puente Primero de Mayo.	58
Figura 47. Estado de Aletas puente Primero de Mayo.....	58
Figura 48. Losa, Vigas y Riostras puente Primero de Mayo.	59
Figura 49. Estado de Losa, Vigas y Riostras puente Primero de Mayo.....	59
Figura 50. Realización ensayo de esclerometria.	137
Figura 51. Grafica para la obtención de resistencia en el ensayo de esclerometria.....	137
Figura 52. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de La Sal.	138
Figura 53. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de La Gloria (parte 1).....	139
Figura 54. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de La Gloria (parte 2.	140
Figura 55. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de Primero de Mayo.....	141
Figura 56. Forma de ubicación directa de los transductores.....	142
Figura 57. Forma de ubicación indirecta de los transductores.....	143
Figura 58. Determinar la velocidad de pulso de la losa en el puente de la sal.	145
Figura 59. Determinar la velocidad de pulso de la viga longitudinal en el puente de la sal.....	146
Figura 60. Determinar la velocidad de pulso de la viga longitudinal externa en el puente de la gloria.	149
Figura 61. Determinar la velocidad de pulso de la pila en el puente de la gloria.	150
Figura 62. Determinar la velocidad de pulso de la losa en su lado izquierdo en el puente de la gloria.	150
Figura 63. Determinar la velocidad de pulso de la losa en su lado derecho en puente de la gloria.	151
Figura 64. Determinar la velocidad de pulso de la losa en puente de primero de mayo	154

Lista de tablas

Tabla 1. Toma de datos de patologías puente La Sal: Capa de rodadura	60
Tabla 2. Toma de Datos Puente La Sal: Andenes y bordillos	61
Tabla 3. Toma de Datos Puente La Sal: Barandas.....	62
Tabla 4. Toma de Datos Puente La Sal: Aletas, grietas y verticales	63
Tabla 5. Toma de Datos Puente La Sal: Aletas - socavación	64
Tabla 6. Toma de Datos Puente La Sal: Estribos.....	65
Tabla 7. Toma de Datos Puente La Sal: vigas y riostras	66
Tabla 8. Toma de datos Puente la Gloria: Capa de rodadura.....	67
Tabla 9. Toma de datos Puente la Gloria: Capa de rodadura, fisura en bloque.....	68
Tabla 10. Toma de datos Puente la Gloria: Andenes y bordillos.....	69
Tabla 11. Toma de datos Puente la Gloria: Barandas, fracturas en poste.....	70
Tabla 12. Toma de datos Puente la Gloria: Barandas, Ausencia de Elemento.....	71
Tabla 13. Toma de datos Puente la Gloria: Barandas.....	72
Tabla 14. Toma de datos Puente la Gloria: Pila y columnas	73
Tabla 15. Toma de datos Puente la Gloria: Pila y columnas, hormiguero.....	74
Tabla 16. Toma de datos Puente la Gloria: Losa, fisuras	75
Tabla 17. Toma de datos Puente la Gloria: Losa, descascaramiento.....	76
Tabla 18. Toma de datos Puente la Gloria: Losa, Infiltración	77
Tabla 19. Toma de datos Puente la Gloria: Vigas	78
Tabla 20. Toma de datos Puente la Gloria: vigas, Exposición de acero.....	79
Tabla 21. Toma de datos Puente la Gloria: Vigas, Segregación.....	80
Tabla 22. Toma de datos puente primero de Mayo: capa de rodadura	81
Tabla 23. Toma de datos puente primero de Mayo: Capa de rodadura	82
Tabla 24. Toma de datos puente primero de Mayo: Capa de rodadura, parche	83
Tabla 25. Toma de datos puente primero de Mayo: Andenes y bordillos, acero expuesto	84
Tabla 26. Toma de datos puente primero de Mayo: Andenes y bordillos, desportillamiento	85
Tabla 27. Toma de datos puente primero de Mayo: Barandas, corrosión	86
Tabla 28. Toma de datos puente primero de Mayo: Estribos, grietas verticales	87
Tabla 29. Toma de datos puente primero de Mayo: Losa, descascaramiento	88
Tabla 30. Toma de datos puente primero de Mayo: Losa, acero expuesto.....	89
Tabla 31. Toma de datos puente primero de Mayo: Vigas	90
Tabla 32. Toma de datos puente primero de Mayo: Vigas, acero expuesto	91
Tabla 33. Presencia de carbonatación puente La Sal, fichas de la No 1 hasta la 11.....	93
Tabla 34. Presencia de carbonatación puente la Gloria	106
Tabla 35. Presencia de carbonatación puente Primero de Mayo	125
Tabla 36. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión directa puente de la sal.	144

Tabla 37. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión indirecta puente de la sal.	144
Tabla 38. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando transmisión indirecta puente de la sal.	145
Tabla 39. Resultados de velocidad en cada elemento del puente de la sal.	147
Tabla 40. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión directa puente de la gloria.	148
Tabla 41. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión indirecta puente de la Gloria.....	148
Tabla 42. Resultados de velocidad en cada elemento del puente de la gloria.	152
Tabla 43. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión directa puente de primero de mayo	153
Tabla 44. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión indirecta puente de primero de mayo.	153
Tabla 45. Resultados de velocidad en cada elemento del puente de primero de mayo.	155

Lista de Apéndices

Apéndice A. Formato para inspección visual puente La Sal	162
Apéndice B. Formato para la inspección visual puente La Gloria	163
Apéndice C. Formato para la inspección visual puente Primero de Mayo	164
Apéndice D. Artículo de resultados del proyecto.....	160

Resumen

En el presente estudio se realizó una evaluación y caracterización física, química y mecánica, a través de ensayos no destructivos en algunos puentes del municipio de Ocaña, como lo fueron el puente de La Sal, el puente de La Gloria y el puente de Primero de Mayo.

En esta investigación se identificó, localizó y caracterizó según las condiciones en que se encontraba cada uno de los puentes, con el fin de evaluar el estado actual de sus elementos estructurales.

Se realizó una inspección visual para verificar el estado de cada uno de ellos y luego ejecutar la evaluación patológica de acuerdo a las especificaciones de INVIAS, para posteriormente realizar los ensayos de carbonatación, esclerómetro y ultrasonido.

El ensayo de carbonatación se realizó utilizando una solución con fenolftaleína al 1%, el cual es un indicador de pH, con el fin de hacer una evaluación de los daños químicos que se encontraran en cada elemento de los puentes. Los ensayos no destructivos como esclerómetro y ultrasonido se realizaron para comprobar la resistencia del concreto y presencia de vacíos de cada estructura para poder dar conclusión a los objetivos propuestos dentro de la investigación.

Introducción

Dentro de la infraestructura vial de un país y por cuenta de la geografía nacional, los puentes juegan un papel primordial en la conectividad de las regiones, pues son los encargados de acortar distancias, disminuir tiempos de desplazamiento y reducir costos operativos en el transporte de habitantes y alimentos.

La importancia de los puentes se evidencia en el desarrollo y progreso representado en las sociedades, teniendo en cuenta que permiten no sólo interconectar áreas específicas sino crear enlaces económicos, sociales y urbanísticos. De ahí, el gran hincapié que se realiza para impulsar la investigación de los mismos, con el fin de que esto permita una construcción y mantenimiento óptimo y apropiado de estas estructuras. Sin embargo, el transcurrir del tiempo y la incidencia de factores externos las deterioran comprometiendo tanto el aspecto estético como estructural, perdiendo su capacidad de resistencia, llegando inclusive a un colapso parcial o total.

Un puente se deteriora con el tiempo como el resultado de efectos internos y externos, tales como procesos químicos, sobrecargas, impactos vehiculares, y erosión. Por eso, la única forma de seguir el desarrollo de la condición de un puente es inspeccionarlo a intervalos regulares.

A través del tiempo se han creado normas, que establecen la realización de ensayos, que se clasifican en no destructivos como el de carbonatación, esclerómetro y ultrasonido, que no destruye la muestra que se está ensayando, y aunque presenta desventajas en sus resultados siendo estos poco confiables, nos ayudan a determinar un resultado muy similar de comparación. La realización de estos ensayos permiten determinar las condiciones en las que se encuentra el concreto que hace parte de la estructuras, y de esta manera garantizar a los peatones y conductores, la seguridad, resistencia y durabilidad de las mismas, cuando se encuentren transitando por estos.

En el municipio de Ocaña existen puentes desde hace mucho tiempo, que no cuentan un registro de construcción, lo cual no pudieron ser identificados los procesos constructivos adecuados y estudios preliminares, que permitieran garantizarse en la actualidad, que los materiales empleados en las mismas hayan sido resistentes y las estructuras duraderas, por lo cual se desarrollaron diferentes tipos de caracterización y ensayos para determinar las condiciones en que se encuentran actualmente.

Esta investigación tuvo como objeto fundamental evaluar y caracterizar físicas, químicas y mecánicamente a través de ensayos no destructivos algunos puentes del municipio de Ocaña, Norte de Santander, empleando diferentes ensayos como la carbonatación, la esclerometría y ultrasonido además de una inspección visual y reconocimiento patológico para luego ser comparados entre si y de esta manera encontrar los factores que afectan el deterioro de los puentes.

Capítulo 1: Evaluación y caracterización física, química y mecánica, a través de ensayos no destructivos en los puentes ubicados en la vía nacional y municipal de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

1.1 Planteamiento del problema.

Según el PBOT (plan básico de ordenamiento territorial) del municipio de Ocaña, la infraestructura vial cuenta con sectores de vías nacionales e interurbanas, las cuales tienen prioridad en la inversión para su mejoramiento, siendo uno de los aspectos principales, el mantenimiento, la recuperación y adecuación de la capa de rodadura, que favorece el desplazamiento de bienes, personas, servicios y comunidad en general.

Muchas de estas vías cuentan con estructuras como son puentes, los cuales se construyen con el fin de comunicar un punto con otro y así facilitar el transporte interurbano y la movilidad en general; Es el caso de los puentes ubicados en el PR 49, el PR 48 de la ruta 7007 de la vía nacional y el barrio Primero de Mayo del municipio de Ocaña, a los cuales se les deben realizar constantes mantenimientos para que se conserven en el mejor estado y así garantizar su continuo funcionamiento.

Los puentes en mención son de gran importancia para el municipio de Ocaña, ya que son los únicos puntos de acceso terrestre que conectan con la parte norte de la población, como es el caso de los puentes de la vía nacional y conectan los barrios vecinos a la vía nacional, como es el caso del puente del barrio Primero de Mayo. Y si éstos llegaran a sufrir algún tipo de daño podrían ocasionar discontinuidad en su servicio, repercutiendo de manera considerable en la economía y el buen desarrollo del municipio.

Con base a esto, es notable la falta de estudios realizados a los mismo, con el fin de mantenerse en óptimas condiciones para evitar daños dentro de tiempos futuros, los cuales serían ocasionados por todos los agentes externos a los que se encuentran expuestos dichos puentes, como son el tráfico pesado diario, emisiones de Co2 en el ambiente, cambios de temperatura, humedad, etc.

Por tal razón, el motivo que conlleva a la realización de esta investigación es en primera medida conocer las condiciones actuales de cada uno de los puentes, para posteriormente generar planes de mejoramiento, los cuales servirán de apoyo a las comunidades encargadas, con el fin de proteger las estructuras.

Considerando lo anterior y realizando trabajos preventivos, se logrará atenuar en cierta forma esta circunstancia, por lo cual se propone realizar una evaluación y caracterización física, química y mecánica por medio de ensayos no destructivos, que arrojarán datos, los cuales nos permitirán conocer el estado actual de los puentes y a través de estos generar su respectiva intervención, garantizando el funcionamiento normal de los mismos.

1.2 Formulación del problema.

¿Cómo plantear técnicas de solución y mejoramiento por medio de la evaluación y caracterización física, química y mecánica, a través de ensayos no destructivos en los puentes ubicados en la vía nacional y municipal de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar y determinar las características físicas, químicas y mecánicas a través de ensayos no destructivos en los puentes ubicados en la vía nacional y municipal de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Realizar ensayos de carbonatación, esclerometría y de ultrasonido en diferentes elementos estructurales de los puentes en estudio, como vigas, columnas, pilas, losas y estribos.
- Determinar los factores físicos, químicos y mecánicos que afectan los puentes en estudio.

- Plantear las posibles alternativas de intervención a los problemas identificados en el desarrollo del proyecto.
- Realizar planos de los puentes en estudio, que permitan conocer la estructuración y parte de los mismos con el fin de indicar y ubicar los daños encontrados a través del estudio.
- Promulgar los resultados obtenidos en el estudio, mediante la redacción de un artículo para su respectiva publicación.

1.4. Justificación.

Colombia posee una infraestructura considerable de puentes debido a sus características topográficas variadas. Estas estructuras se deterioran continuamente a gran velocidad debido a muchos factores, a las condiciones a las que encuentran expuestos: condiciones ambientales, deterioros por afectación química (ataques de ácido y la lixiviación por aguas blandas), daños físicos (cambios volumétricos como cambio de humedad y temperatura y también variación en la masa), y corrosión de los materiales, entre otros, lo que genera costos para la inversión en la inspección y mantenimiento de cada uno éstos para evitar cualquier tipo de daño que pueda afectar las estructuras.

Con base a lo anterior, la realización de esta investigación es de gran importancia, puesto que servirá como herramienta a las autoridades encargadas a la hora de tomar decisiones con respecto a las acciones preventivas y de mantenimiento que se deben realizar a los puentes en estudio para garantizar su continuo funcionamiento y la seguridad de toda la población que transite por ellos diariamente.

Este estudio se realizará con el fin de conocer las condiciones en las que se encuentran los puentes, para crear medidas de mejoramiento y evitar cualquier tipo de daño irreversible, puesto que nunca se ha hecho algún tipo de investigación con respecto a los ensayos no destructivos y actualmente se cuenta con herramientas y equipos de alta calidad, los cuales nos arrojarán datos confiables y nos permitirán realizar conclusiones con respecto al estado de dichos puentes.

1.5 Delimitaciones.

1.5.1. Delimitación Operativa: Para la realización de los ensayos no destructivos, existe limitaciones en cuanto a utilización de equipos, puesto que solamente se hará uso a las herramientas disponibles en el laboratorio de resistencia de materiales de la universidad, como son esclerómetro y ultrasonido.

Para la recolección de la información se puede contar con documentos públicos pertenecientes al Instituto Nacional de Vías (INVIAS), al Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes de 1995 (CCP 95) y su última actualización del 2014 y la Norma Técnica Colombiana NTC (ICONTEC).

1.5.2. Delimitación Conceptual: En el proceso de la investigación, se tendrán en cuenta conceptos de relación con el tema como: ensayos no destructivos, caracterización de estructuras, evaluación cualitativa, carbonatación, resistencia, entre otras.

1.5.3. Delimitación Geográfica: Esta investigación se va a realizar en el puente ubicado en el sector La Gloria, comprendido en la carrera 39 y el PR 49 de la ruta 7007 de la vía nacional, el puente ubicado en el sector de Santa Clara, conocido como puente de La Sal, comprendido en el PR 48 de la ruta 7007 y el puente ubicado en el barrio Primero de Mayo, comprendido entre la calle 3 y la Avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.5.4. Delimitación Temporal: El trabajo de investigación se llevará a cabo durante cuatro meses, tiempo en el cual se presentarán los análisis y diagnósticos resultantes de la información recolectada, los cuales puedan ser considerados confiables. Es posible que en la redacción del artículo, no esté entre los tiempos de publicación de la revista INGENIO o que este no pueda ser clasificado como para ser publicado; lo que nos llevaría solamente a preparar una exposición de los resultados obtenidos y realizar una conferencia dirigida a los estudiantes e interesados en la misma.

Capítulo 2: Marco Referencial

2.1 Marco histórico

Los puentes son estructuras que se han construido a través de la historia con el fin de facilitar la comunicación de dos puntos, los cuales se hallan sobre una depresión del terreno, ya sea un río, un canal o una montaña, etc. se encuentran hechos en diferentes materiales y de diferentes formas, tales como puentes en madera, en acero o en concreto reforzados, puentes atirantados, en arco, puentes tipo viga, entre otros.

Se mencionan algunos puentes construidos a nivel internacional, nacional y local que se han mantenido a través del tiempo.

2.1.1 Antecedentes históricos de los puentes a nivel internacional

El puente es una de las construcciones de orígenes más remotos en la Historia. Hoy en día existen en la selva amazónica puentes colgantes fabricados con un entramado de lianas y hierbas que posiblemente sean semejantes a los que se construirían en la prehistoria. De éstos se pasaría a los de madera apoyada sobre troncos. Alrededor del año 70 a.c. se construyeron en China los primeros puentes colgantes (puentes de cuerda dotados de tablas que facilitan el paso), que fueron sustituidos por puentes colgantes de hierro hacia el 250 de nuestra era. La civilización romana construyó numerosos puentes con finalidades muy diversas; destacan los de piedra, y entre los muchos construidos sobresale el que cruza el río Tíber en Roma, en el que se utilizó un entramado de hierro con el cual se confería estabilidad al arco construido sobre andamios huecos. En España, los romanos legaron el puente de Alcántara, sobre el río Tajo (puente de carretera) y el acueducto de Segovia. El puente de Alcántara, construido por el arquitecto romano Cayo Julio Lácer en las cercanías de la frontera actual entre España y Portugal, presenta seis arcos y una longitud de 194 m, y alcanza una altura de 40 m por encima del nivel medio del río.

Posteriores a esta época, existen en España puentes de piedra románicos, mudéjares, góticos y renacentistas. En 1741, se tendió el primer puente europeo colgante de cadenas sobre el río Tees, al noreste de Inglaterra. Presenta 24,5 m de longitud y una anchura de 0,7 m, pues estaba destinado

únicamente al paso de peatones. Para los técnicos de la época era más fácil calcular la estática de un puente colgante que la de un puente de arco, que los ingenieros de entonces no se atrevían a realizar aún. En 1780, se construyó en Inglaterra el primer puente metálico, de arco y realizado en fundición, dotado de cinco costillas de hierro fundido, que configuran un único arco redondo de 30 m de anchura. Desde esta fecha, los “puentes metálicos” se multiplicaron; se pasó de la fundición al hierro laminado, y más tarde al acero. En 1803 se construyó en París el primer puente de hierro francés. Se calculó, con la mayor de las precisiones posibles, el juego de fuerzas en este tipo de construcciones abovedadas, y se determinaron, a su vez, los valores correspondientes a los materiales mediante ensayos de tracción, cizalladura y rotura. En 1804 el ingeniero británico Walter concibió por primera vez un puente metálico giratorio.

Los puentes metálicos pueden ser de celosía y alma llena. Los primeros están formados por un entramado de piezas rectas (triangulación), unidos por sus extremos por roblones o soldaduras, donde cada pieza es un perfil laminado o combinación de ellos. Los de alma llena constan de una gran viga de sección parecida a la I, lograda por combinación de chapas planas, o de perfiles laminados y chapas planas. (machikevluni , 2010)

Algunos puentes antiguos:

Puente de la bahía de Sídney. Construido por Dormán & Long, Middlesbrough, Inglaterra, entre 1924 y 1932. El arco de acero, sostenido por pilares de granito, era vez y media más largo y necesitó el doble de acero que el arco más largo construido con anterioridad. El ojo mide 502 m y por él pasan 4 vías de ferrocarril y un carril de 17m de anchura para automóviles. Para probarlo, se utilizaron 12 locomotoras de 7.600 t. (claudio, 2014)

Gran puente de Seto. Inaugurado en 1988, para conectar por tren y carretera la más grande y la más pequeña de las cuatro principales islas japonesas, Honshu y Shikoku. Sus seis ojos y viaductos miden en total unos 12 kilómetros, lo que le convierte en el puente de doble plataforma más largo del mundo, por el que circulan automóviles y trenes. Tres de los seis ojos son colgantes, dos están sostenidos por cables, y el último es de viga convencional. Costó cerca de 8.180.000 dólares. (claudio, 2014)

Puente Histórico de Clapper, Devon. Este puente sobre el río Dart oriental en Postbridge-on-Dartmoor. Devon, se construyó para comunicar Plymouth con la carretera de

Moretonhampstead. Se cree que data del siglo XIII, cuando el tráfico de estaño y productos agrícolas adquirió desarrollo. Se utilizó piedra de los páramos, grandes bloques de granito sin tallar, apoyados en pilares y estribos del mismo material. Existen numerosos puentes similares en España, pero el más antiguo de este tipo que se conoce se encuentra en Esmirna, Turquía, sobre el río Meles, y se construyó hacia el 850 a.C. (claudio, 2014)

Puente de Luis I, Oporto. Este puente sobre el río Duero se terminó en 1885, siguiendo un diseño de T. Seyrig, que había colaborado con Gustave Eiffel en la construcción de un puente muy similar, el de Pía María, situado bastante cerca e inaugurado en 1877. El puente de Pía María tiene una sola plataforma para el paso de trenes, mientras que el de Luis 1 tiene una plataforma sobre el arco y otra debajo, que sirve de durmiente. El arco tiene una luz de 172 metros. Los dos puentes se construyeron con voladizos a partir de las orillas del río. Eiffel utilizó un diseño similar para su puente ferroviario de Garabit, Francia, que atraviesa una garganta a más de 120 metros de altura, lo que le convierte en el puente ferroviario de arco más alto del mundo. (claudio, 2014)

2.1.2 Antecedentes históricos de los puentes a nivel nacional

En Colombia, durante el año de 1974, se construye el puente sobre el río Juanambú, sobre la Carretera Popayán – Pasto. Esta estructura es considerada como el primer viaducto construido en el país por el sistema de voladizos sucesivos, utilizando el sistema de pos-tensado y destacándose en su momento con el Premio Nacional de Ingeniería.

En la década de los años 90, se construyen en Colombia puentes importantes con este sistema constructivo como el puente de la Transversal de los contenedores en Plato sobre el río Magdalena, los puentes de Casa de Teja y Aserrío del sector comprendido entre Guayabetal y Pipiral, de la Carretera Bogotá-Villavicencio, y el puente Puerta del Nowen que une los Departamentos de Meta y Guaviare entre otros.

Para los años 2001 y 2004, se construyen el viaducto de Pipiral de la Carretera Bogotá-Villavicencio y el puente de Barranca-Yondó sobre el río Magdalena. Éste, con su luz central de 200 metros, se convierte a la fecha en el puente en voladizos sucesivos con la luz más grande construida en el país.

En el año 2008, con el inicio de los grandes proyectos de infraestructura en el país también comienza en Colombia el auge de construcción de los puentes en voladizos sucesivos muy apropiados para salvar las diferentes depresiones propias de nuestra topografía colombiana. Se destacan los construidos sobre el corredor Bogotá – Buenaventura, la Ruta del Sol y las vías para los grandes proyectos de infraestructura energética en el país. (360gradosenconcreto.com, 2013)

Puentes en los últimos años en Colombia:

El puente atirantado más largo de Colombia: Viaducto de la Carrera Novena, Bucaramanga. El viaducto de la Carrera Novena en la ciudad colombiana de Bucaramanga tiene 550 m de longitud distribuidos en tres vanos, el central atirantado de 292,4 m y dos laterales de 129,2 m. Estas luces dan lugar a dos pilas de 52 y 72 m de altura desde los cimientos hasta la rasante del tablero. La luz central se resolvió con un puente atirantado suspendido de su eje con un solo plano de tirantes. El tablero se construyó por voladizos simétricos compensados con dovelas de 6,8 m de longitud. (Fernández Casado)

Nuevo Puente Pumarejo. El proyecto del nuevo puente Pumarejo es una de las obras de ingeniería más representativas de Colombia, ya que se convertirá en el puente más largo del país con 2,28 km, atirantado en el tramo central y con un vano de 380 m entre los pilones de 80 m de altura. Este nuevo puente va a suponer un gran reto para la ingeniería, al presentar una escala y una complejidad inéditas hasta la fecha para Colombia, pues debe diseñarse una estructura de dimensiones excepcionales condicionadas por el tamaño del nuevo canal de navegación previsto en el río y por las dimensiones de una plataforma capaz de absorber el tráfico que prevén las estimaciones de crecimiento. (Fernández Casado)

Puentes de la variante de Caucasia. El principal objetivo de la construcción de la variante de Caucasia es conectar el extremo norte de las Autopistas para la Prosperidad, situado hasta ahora en la población de Caucasia (Antioquia) con el grupo 4. En este artículo se muestran todos los puentes previstos para esta variante, después del estudio y diseño de la misma. (Fernández Casado)

2.1.3 Antecedentes Bibliográficos

En el municipio de Ocaña, Norte de Santander, nunca se ha realizado ninguna investigación acerca de evaluación y caracterización en puentes por medio de ensayos no destructivos, pero se cuenta con investigaciones similares como:

- “Auscultación visual y alternativas de recuperación de los daños de los puentes La Gloria, Canta Rana, Las Villas y Tejarito de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander” (CRIADO GARCIA & TORRES FELIZZOLA, 2014)
- “Resistencia a la compresión empleando los métodos de extracción de núcleos, ultrasonido y esclerómetro para algunas edificaciones en la ciudad de Ocaña” (VILLEGAS MORENO & QUINTERO ARENIZ, 2013)

Investigaciones realizadas en el resto del país que tratan sobre evaluación de puentes a través de ensayos no destructivos nos servirán como guía para la realización de nuestro estudio a nivel local, como son las más relevantes:

- “Evaluación de la presencia de carbonatación en puentes vehiculares de concreto, localidades de Usaqué y Fontibón” (CAMPOS, 2014).
- “Desarrollo de una metodología para la evaluación del estado de puentes existentes” (Parra Palacio & Sedano Agudelo, 2011)
- “Evaluación, diagnóstico, patología y propuesta de intervención del puente sobre el caño el zapatero a la entrada de la escuela naval almirante padilla” (SERPA IRIARTE & SAMPER PERTUZ, 2014)

Las referencias mencionadas anteriormente servirán como base para aclarar conceptos y proceder a la realización de la investigación, corrigiendo cualquier error posible que pueda ser encontrado en el transcurso de la ejecución del proyecto, con el fin de entregar datos precisos y confiables que permitan dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados.

2.2 Marco contextual.

La evaluación y caracterización física, química y mecánica, a través de ensayos no destructivos se realizara en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, en los puentes ubicados en vía nacional y municipal tales como: el puente de La Gloria, comprendido en la carrera 39 y el PR 49 de la ruta 7007 de vía nacional, el puente ubicado en el sector de Santa Clara “Puente La Sal” comprendido en el PR 48 de la ruta 7007 y el puente ubicado en el barrio Primero de Mayo comprendido entre la calle 3 y la Avenida Francisco Fernández de Contreras en la ciudad de Ocaña.

Ocaña está situada a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m. La superficie del municipio es 460Km², los cuales representan el 2,2% del departamento. La Provincia de Ocaña tiene un área de 8.602 km². Posee una altura máxima de 2.065 m sobre el nivel del mar y una mínima de 761 m sobre el nivel del mar. Los límites de la ciudad corresponde a aspectos ambientales, económicos y sociales del territorio, constituye la base primordial para establecer el uso, ocupación y aprovechamiento del suelo; además de la caracterización y valoración de los ecosistemas como base para la zonificación ambiental y el establecimiento del uso sostenible de la tierra.

Límites departamentales: por el Norte limita con el municipio de Gonzáles (Departamento del Cesar), por el Occidente limita con el municipio de Río de Oro (Departamento del Cesar) y por el Sur limita con el municipio de San Martín (Departamento del Cesar).

Límites municipales: por el oriente limita con los municipios de San Calixto, La Playa y Abrego, por el Norte limita con los municipios de Teorama, Convención y El Carmen y por el Sur limita con el municipio de Ábrego. Cuenta con una extensión total de 672.27 Km², dividida en extensión área urbana de 6.96 Km² y extensión área rural de 620.76 Km². Su Temperatura promedio es de 22° C. (Alcaldia de Ocaña, 2014)

2.3 Marco conceptual.

La representación general de toda la información que se maneja en el proceso de investigación se verá a continuación para aclarar los conceptos relacionados con cada método a utilizar para facilitar su comprensión y utilización a lo largo del proyecto.

2.3.1. Acciones Físicas: Se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha, hielo), y/o de temperatura (frio, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia a las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad). (Sánchez de Guzmán, 2011, pág. 56)

2.3.2. Acciones Mecánicas: Las acciones mecánicas del concreto es la capacidad que tiene este para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya sea tensional o en un estado de compresión dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura de concreto. La aplicación de una carga directa sobre un elemento constructivo implica una deformación. Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras y grieta de hecho, este tipo de fenómeno es el que origina la mayor parte de estas lesiones en los elementos estructurales y en los materiales adheridos a ellos. (Sánchez de Guzmán, 2011, pág. 56)

2.3.3 Acciones Químicas: Dentro de los factores de deterioro imputables a las acciones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataque de sulfatos, eflorescencias y la expansión destructiva de las reacciones álcali – agregado. También se puede mencionar la corrosión de los metales, este se puede definir como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea y el resultado es una oxidación destructiva del material en cuestión. (Sánchez de Guzmán, 2011, pág. 56)

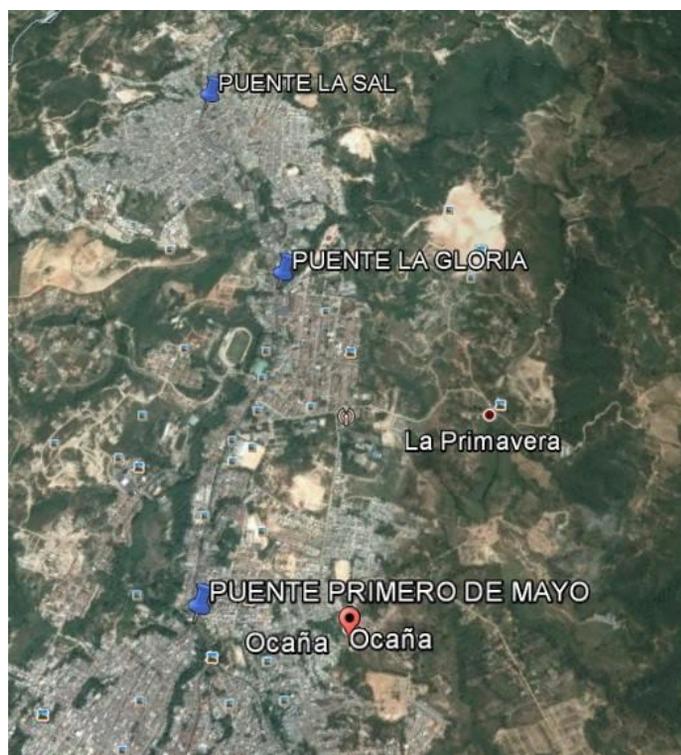


Figura 1. Ubicación de los puentes a estudiar en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander. Fuente: Google eart (2016).

2.3.4. Carbonatación: La carbonatación del concreto, producto de la reacción del CO₂ (dióxido de carbono) presente en el aire o agua con el hidróxido de calcio originado al hidratarse el cemento y que forman el carbonato de calcio, aunque mejora la dureza superficial del concreto, origina contracción y disminuye el pH. Si el pH se baja a valores inferiores de 10, puede ocurrir la corrosión del acero embebido en el concreto. (Concreto. Durabilidad de Estructuras de Concreto, 2007, pág. 24)

2.3.5. Caracterización: La caracterización es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o a lo cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo. Para cualificar ese algo previamente se deben identificar y organizar los datos; y a partir de ellos, describir (caracterizar) de una forma estructurada; y posteriormente, establecer su significado. (Bonilla Castro, Hurtado Prieto J, & Jaramillo Herrera, 2009)



Figura 2. Difusión del dióxido de carbono a través de los poros de concreto, daños por corrosión. Fuente: Osorio (2012).

2.3.6. Concreto: El concreto es un material compuesto formado por partículas de material granular grueso (agregados minerales) embebidos en una matriz dura de material (cemento o ligante) que llena los espacios vacíos entre las partículas y burbujas manteniéndolas juntas, por esta razón es un material de construcción bastante resistente, que se trabaja en su forma líquida, por lo que puede adoptar casi cualquier forma. (Cespedes Garcia, 2003, pág. 112)

2.3.7. Deterioros: Se denomina deterioro cualquier cambio adverso de los mecanismos normales, de las propiedades físicas o químicas o ambas en la superficie o en el interior del elemento generalmente a través de la separación de sus componentes. (Muñoz, 2001, pág. 11)

2.3.8. Evaluación cualitativa: La evaluación es la emisión de un juicio de valor sobre algo que se quiere mejorar. Se trata de un proceso que consta de, al menos, tres momentos: recogida de información, análisis de dicha información y juicio sobre el resultado de este; y toma de decisiones de acuerdo con el juicio emitido. (Jorba & Sanmarti, 1996)

2.3.9. Ensayos de esclerometria: Los ensayos esclerométricos son ensayos no destructivos que permiten evaluar la calidad del hormigón en elementos de hormigón armado. Este ensayo utiliza el esclerómetro de Schmidt, que mide la dureza superficial del hormigón a partir del rebote de una masa incidente después de impactar contra la superficie de estudio. Este rebote es entonces convertido en un valor de resistencia a compresión a través de ábacos. El ensayo debe realizarse en

superficies de hormigón homogéneas, debiéndose efectuar previamente la eliminación de la capa superficial carbonatada mediante raspado. (NCREP, 2011)



Figura 3. Ensayo de esclerometría. Fuente: NCREP (2011).

2.3.10. 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. (Bunge & Magallanes, 2011, pág. 3)

2.3.11. Ensayos de Ultrasonido: Los ultrasonidos son muy utilizados en ensayos no destructivos para identificar y caracterizar daños internos, pero también para medir espesores residuales con corrosión o erosivo, o para caracterizar interfaces coladas o soldadas.

Las técnicas automáticas utilizan ecogramas (vista tipo A-SCAN) para construir datos de perfiles (vista tipo B-SCAN) o cartografías (vista tipo C-SCAN) con profundidades determinadas ofertando equipo o sistema ideal para localización, cuantificación y forma de los daños en el material sin alteración. (Euro Physical Acoustics SA, 2004)

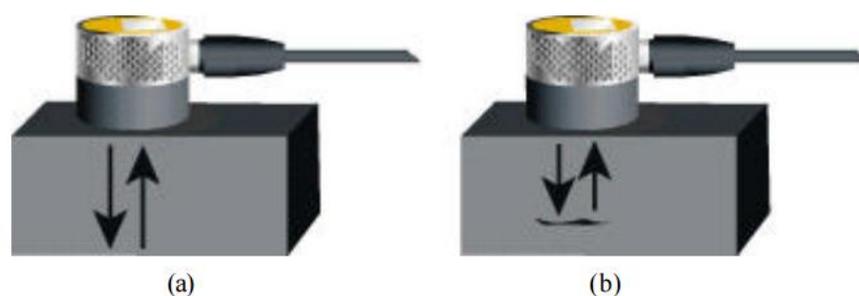


Figura 4. (a) la onda viaja libremente en el interior de la pieza hasta encontrarse con otro material para ser reflejado, la pieza o presenta defectos. (b) la onda reflejada por el defecto en el interior de la pieza. Fuente: Euro Physical Acoustics S. A. (2014).

2.3.12. Fenolftaleína: La fenolftaleína de fórmula ($C_{20}H_{14}O_4$) es un indicador de pH que en disoluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de disoluciones básicas toma un color rosado con un punto de viraje entre $pH=8,0$ (incoloro) a $pH=9,8$ (magenta o rosado). Sin embargo en pH extremos (muy ácidos o básicos) presenta otros virajes de coloración; en la cual la fenolftaleína en disoluciones fuertemente básicas se torna incolora, mientras que en disoluciones fuertemente ácidas se torna naranja. (Falcon Suarez, 2014, pág. 110)



Figura 5. Tonalidad de la fenolftaleína en el concreto. Fuente: Osorio (2012).

2.3.13. Puente: El vocablo latino pons derivó en el término puente, que se utiliza para nombrar a la estructura que permite atravesar un curso de agua, un abismo u otro espacio. El puente permite que las personas y/o los vehículos pasen por encima de aquello que, de otro modo, no podría atravesarse. (Pérez Porto & Merino, 2012)

2.5 Marco Teórico.

El interés de conocer las propiedades (como la resistencia) del hormigón in situ ha aumentado desde los años 1960, y progresos significantes han sido hechos con respecto a las técnicas, los métodos y los aparatos de ensayos. Eso es el resultado del aumento de las estructuras en hormigón, sobre todo las nuevas que presentan signos de deterioración. Así se desarrollaron numerosos métodos de ensayos que permiten evaluar la durabilidad o integridad de las estructuras.

Entre estos métodos se destacan los métodos dichos no destructivos o semi destructivos, que permiten evaluar las propiedades del hormigón sin dañar a la estructura. En efecto los daños eventualmente causados a la estructura durante ensayos pueden perjudicar al rendimiento de la obra, porque pueden generar la necesidad de reparar la parte estropeada. Eso se traducirá por un coste suplementario de tiempo y de mano de obra. Así los métodos no destructivos pueden ser muy recomendables en estructuras que por razón funcional debe presentar un nivel de acabado bueno.

Actualmente la mayoría de los ingenieros son conscientes de la necesidad de los ensayos in situ, pero es imprescindible conocer las limitaciones y las propiedades evaluadas con cada método de control. En efecto utilizar un método no adecuado puede llevar a una pérdida de tiempo y de dinero significativa. Así este capítulo pretende dar una visión global de los métodos de control no destructivos, de las propiedades evaluadas por cada uno de los ensayos, y del grado de confianza que se puede tener con los resultados obtenidos. (Rojas Reyes, Metodos de control no destructivos, 2010, pág. 17)

Nuestro país cuenta con una infraestructura considerable de puentes gracias a sus diferentes características topográficas. Se conoce que un 30% de los puentes en vías principales es de concreto pre-esforzado y un 20% de acero y concreto. Estas estructuras se deterioran continuamente a gran velocidad debido a las condiciones a las que encuentran expuestos: tipos de

cargas y sobrecargas, condiciones ambientales, daños físicos, deterioros por afectación química, movimientos sísmicos y corrosión del acero de refuerzo entre otros, generando costos considerables en la inspección y mantenimiento. Los altos riesgos involucrados en los puentes, los impactos económicos generados por un colapso y los pocos signos externos de la corrosión del refuerzo hacen difícil su inspección, haciendo que la evaluación de estas estructuras tenga que ser mucho más rigurosa con el fin de aumentar la probabilidad de detectar problemas oportunamente. Varios investigadores en este campo siguen metodologías no destructivas para identificar con mayor certeza y precisión el deterioro en puentes y hacer propuestas para la inspección con el fin de recomendar la prueba o pruebas más efectivas que permitan evaluar la vulnerabilidad estructural de los puentes. (Cruz, Quintero, Espinosa, & Galan, 2014, pág. 55)

En los esquemas actuales de diseño y mantenimiento, el uso de procedimientos de inspección es fundamental; por lo que su desempeño debe ser evaluado en cada caso particular. La determinación de la sensibilidad y confiabilidad de las técnicas de inspección no destructiva, es fundamental para el éxito de toda inspección y evaluación posterior. (Carrión Viramontes, Lomelí González, Quintana Rodríguez, & Martínez Madrid, 2003, pág. 15)

Los ensayos no destructivos (END) aparecen como una expresión de la actividad inteligente del hombre en sus primeros deseos de dominar y transformar la naturaleza. Los ensayos no destructivos son exámenes o pruebas que son utilizados para detectar discontinuidades internas y/o superficiales o para determinar propiedades selectas en materiales, soldaduras, partes y componentes; usando técnicas que no alteran el estado físico o constitución química, dañen o destruyan los mismos. Dentro los ensayos no destructivos están incluidos la inspección por radiografía, inspección por partículas magnéticas, inspección por líquidos penetrantes, inspección visual y también inspección por ultrasonido y esclerómetro. El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes e partes fabricadas. La falla es el daño de una pieza que no le permite continuar en servicio, causando la sustitución prematura de los componentes. Refiriéndonos a prematuro por la sustitución de la pieza antes de haber alcanzado su vida útil especificada en el diseño. La falla de los materiales puede producirse por defectos de fabricación, errores de operación o inadecuada selección de materiales.

En tema general, estos ensayos tienen como propósito detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes e partes fabricadas. Los métodos de END,

permiten el control del 100 % de una producción y pueden obtener información de todo el volumen de una pieza, con lo que contribuyen a mantener un nivel de calidad uniforme, con la consiguiente conservación y aseguramiento de la calidad funcional de los sistemas y elementos. Además colaboran en prevenir accidentes, ya que se aplican en mantenimiento y en vigilancia de los sistemas a lo largo del servicio. Por otra parte proporcionan beneficios económicos directos e indirectos. Beneficios directos, por la disminución de los costos de fabricación, al eliminar en las primeras etapas de fabricación, los productos que serían rechazados en la inspección final, y el aumento de la productividad, por reducirse el porcentaje de productos rechazados en dicha inspección final. Entre los beneficios indirectos se pueden citar su contribución a la mejora de los diseños, por ejemplo, demostrando la necesidad de realizar un cambio de diseño de molde en zonas críticas de piezas fundidas o también contribuyendo en el control de procesos de fabricación. (Gauna, Rodríguez, & Flores, 2012, pág. 3)

2.6 Marco legal.

DECRETO 1735 DE 2001 "Por el cual se fija la Red Nacional de Carreteras a cargo de la Nación Instituto Nacional de Vías y se adopta el Plan de Expansión de la Red Nacional de Carreteras y se dictan otras disposiciones".

Norma técnica colombiana NTC 4325 1997-11-26 “método de ensayo para la determinación de la velocidad del pulso ultrasónico a través del concreto”

ASTM C 805 “Método de prueba estándar para Rebote Número de hormigón endurecido utilizando un esclerómetro”

Capítulo 3: Diseño Metodológico

3.1 Tipo de investigación.

En este proyecto se lleva a cabo una investigación de tipo descriptiva, puesto que se pretendió plantear alternativas de solución a partir de una problemática encontrada, También es de tipo exploratorio, debido a que se utiliza métodos poco comunes los cuales no se han manejado dentro de la ciudad, además es de tipo experimental, porque se utiliza la observación detallada y se realizan experimentos dentro de los laboratorios y fuera de ellos para la obtención de datos.

3.2 Población.

Ocaña es un municipio del departamento Norte de Santander, el cual está situado a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1.202 m. La población es principalmente urbana con un 89.5% (85.233 habitantes), y el 10,5% (9.957 habitantes) reside en la zona rural, para un total de 95.190 habitantes, según las proyecciones del DANE.

3.3 Muestra.

La muestra para esta investigación específicamente se encuentra en el puente ubicado en el sector La Gloria, comprendido en la carrera 39 y el PR 49 de la ruta 7007 de la vía nacional, el puente ubicado en el sector de Santa Clara, conocido como puente de La Sal, comprendido en el PR 48 de la ruta 7007 y el puente ubicado en el barrio Primero de Mayo, comprendido entre la calle 3 y la Avenida Francisco Fernández de Contreras en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

3.4 Recolección de información

La técnica de recolección de información a utilizar para el desarrollo de este proyecto se realizará mediante la observación por medio de un trabajo de campo, el cual consiste principalmente en una inspección visual para ubicar las fallas encontrada en cada uno de los

elementos de los puentes y crear un formato de análisis de patologías. Posteriormente aplicar los métodos de ensayos no destructivos como carbonatación, esclerometría y de ultrasonido en los diferentes elementos estructurales de los puentes en estudio y así determinar las variables necesarias para cumplir los objetivos planteados.

3.5 Análisis de información

El análisis de la información se realizará de la siguiente manera.

Para realizar el estudio patológico de cada uno de los elementos de los puentes en estudio, se necesita información básica acerca de las posibles fallas que se pueden encontrar en las estructuras y la forma en cómo se pueden clasificar. Dicha información será investigada a través de los formatos por el instituto nacional de vías INVIAS, en su documento “manual para la inspección visual de puentes y portones”

Para llevar a cabo el objetivo general se debe realizar cada uno de los ensayos propuestos, se determinarán los diferentes tipos de fallas presentes en cada uno de los puentes y se realizará el respectivo análisis, con el fin de concluir el estado actual de las estructuras y plantear posibles alternativas de solución.

Capítulo 4: Resultados y discusión

En primera instancia se realizó un análisis visual para verificar el estado en que se encuentra cada uno de los puentes en estudio para luego ejecutar la evaluación patológica de acuerdo a las especificaciones de INVIAS y posteriormente elaborar el ensayo de carbonatación, esclerómetro y ultrasonido con el fin de concluir las condiciones actuales de los elementos estructurales de dichos puentes.

Una vez realizada la inspección visual, se procede a generar registro fotográfico de todas y cada una de las fallas encontradas para poder crear un reconocimiento patológico de las mismas y así realizar un análisis de cada patología encontrada.

Una vez terminado el estudio patológico de los puentes se procede a realizar el ensayo de carbonatación con el fin de hacer una evaluación de los daños químicos que se encuentran en cada elemento de los puentes.

Los ensayos no destructivos como esclerómetro y ultrasonido se realizaron para comprobar la resistencia de cada elemento de los puentes para poder dar conclusión a los objetivos propuestos dentro de la investigación.

4.1 Evaluación Patológica de los Puentes

A continuación se presentan las patologías encontradas en cada uno de los puentes en estudio durante toda la investigación. Los datos encontrados se organizaron por cada elemento constructivo evaluado, como capa de rodadura, vigas, columnas, pilas, etc.

Se presentan registros fotográficos, así como su análisis y descripción detallada de cada una de las patologías halladas durante la apreciación. El recuento de patologías se encuentra registrado en el formato de inspección visual de puentes y pontones diseñado por el instituto nacional de vías INVIAS en su documento manual para la inspección de puentes y pontones (Apéndice A, B y C)

4.1.1 Evaluación Patológica Puente de la Sal

4.1.1.1 Superficie y equipamientos

Capa de rodadura

Para la revisión de los tipos de falla de la capa de rodadura del puente de la sal se tomó como guía el formato para la inspección visual de pavimentos flexibles diseñado por el Instituto Nacional de Vías.

Se encontró de manera generalizada desgaste superficial el cual es ocasionado por la acción del tránsito que circula diariamente por el puente. El daño se presenta con una severidad baja, ya que su irregularidad no supera los 3mm.



Figura 6. Capa de rodadura puente de La Sal. Fuente: Autores 2016



Figura 7. Capa de rodadura 2 puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

Andenes y/o bordillos

Los andenes presentan las mismas dimensiones en los dos costados del puente y son suficientemente anchas para el paso peatonal. Los daños encontrados fueron desportillamientos y acero expuesto.



Figura 8. Esquina Andenes puente de La Sal. Fuente: Autores 2016



Figura 9. Andenes puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

Barandas

El material del que éstas están hechas es de pasamanos metálicos y postes de concreto, de los cuales los postes no presentan ningún daño, mientras que los pasamanos se evidencian corrosión y laminación de la pintura.



Figura 10. Barandas puente de La Sal. Fuente: Autores 2016



Figura 11. Estado de Barandas puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

Iluminación

La iluminación del puente se encuentra completa, la totalidad de sus lámparas funcionan completamente y se encuentran en buen estado, no presentan ningún tipo de daño.



Figura 12. Iluminación puente de La Sal. Fuente: Autores 2016



Figura 13. Visualización de la Iluminación puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

Señalización

No existe ningún tipo de señalización en el puente. Se debe realizar la señalización correspondiente para evitar cualquier tipo de accidente.

Drenajes

Los drenajes longitudinales funcionan correctamente, mientras que los transversales no, debido a que ocasionan descarga de agua sobre los elementos estructurales del puente, ocasionando deterioro y contaminación en el concreto.



Figura 14. Drenaje puente de La Sal. Fuente: Autores 2016



Figura 15. Estado del drenaje puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

4.1.1.2 Subestructura

Aletas y Estribos

Los estribos del puente presentan grietas verticales en las uniones, las aletas presentan socavación en el terreno que se encuentran y problemas en el concreto expuesto, también presentan fisuras verticales, lo que podría ser ocasionado por problemas de asentamientos.



Figura 16. Estado de Aletas y Estribos puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

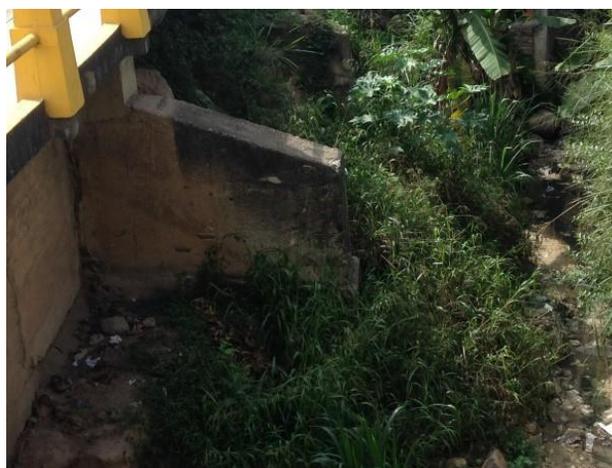


Figura 17. Aletas y Estribos puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

4.1.1.3 Superestructura en concreto

Losa, Vigas y Riostras

La losa, vigas y riostras del puente presentan los mismos daños generalizados como son: pérdida del concreto de recubrimiento, exposición de acero de refuerzo, hormigueros y deterioro en el concreto expuesto por drenajes inadecuados.



Figura 18. Estado de Losa y Vigas puente de La Sal. Fuente: Autores 2016



Figura 19. Losa y Vigas puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

4.1.2 Evaluación Patológica Puentes de la Gloria

4.1.2.1 Superficie y equipamientos

Capa de rodadura

Para la revisión de los tipos de falla de la capa de rodadura del puente la de la gloria se tomó como guía el formato para la inspección visual de pavimentos flexibles diseñado por el Instituto Nacional de Vías. Es evidente la aparición de varios tipos de falla dentro del pavimento del puente debido a las acciones de carga del tránsito pesado que circula diariamente sobre éste, tales fallas son: descascaramiento con severidad media (profundidad entre 10 y 25mm), fisuras en bloque con severidad alta (aberturas por fisuras mayores de 3mm) la cual puede dar inicio a formación de piel de cocodrilo, parche con severidad baja y desgaste superficial.



Figura 20. Estado de Capa de rodadura puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 21. Capa de rodadura puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016

Andenes y/o bordillos

Los andenes presentan las mismas dimensiones en los dos costados del puente y son suficientemente anchas para el paso peatonal. Los daños encontrados fueron agrietamientos al costado derecho del puente dirección norte-sur.

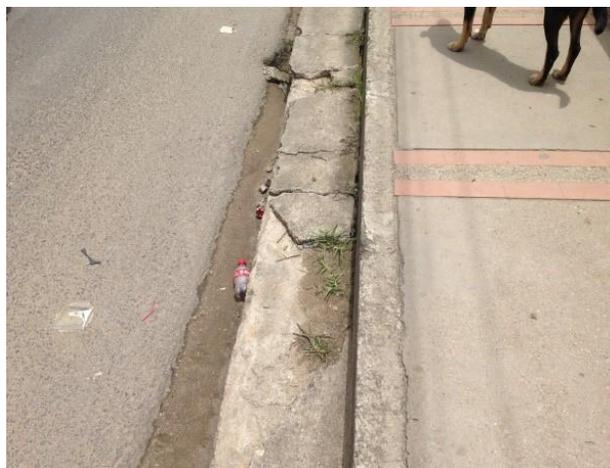


Figura 22. Estado de Andenes y/o Bordillos puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 23. Andenes y/o Bordillos puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016

Barandas

El material del que éstas están hechas es de pasamanos en concreto en el costado derecho del puente sentido norte-sur y de pasamanos metálicos con postes de concreto del costado izquierdo sentido norte-sur, de los cuales solo se evidencio fractura en uno de los postes, mientras que en los pasamanos se evidencia ausencia de elementos y golpes por impacto.



Figura 24. Estado de Barandas puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 25. Barandas puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016

Iluminación

La iluminación del puente se encuentra completa, la totalidad de sus lámparas funcionan completamente. Se evidenció corrosión en los postes de las lámparas.



Figura 26. Estado de Iluminación puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 27. Iluminación puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016

Señalización

No existe ningún tipo de señalización en el puente. Se debe realizar la señalización correspondiente para evitar cualquier tipo de accidente.

Drenajes

Tanto los drenajes longitudinales como los transversales funcionan correctamente, evitan el estancamiento de agua sobre la superficie del puente, no se encuentra ningún tipo de daño y su localización es correcta.



Figura 28. Drenajes puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 29. Estado de drenajes puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016

4.1.2.2 Subestructura

Pila, Columnas y Estribos

Las columnas, pila y estribos del puente se encuentran en buen estado, no existe indicios de problemas debido a las cimentaciones, fisuras en el concreto provocadas por corrosión del refuerzo o fisuras por asentamientos. Existen segregación y hormigueros en el concreto expuesto en los tres elementos



Figura 30. Pilas y Columnas puente de la Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 31. Estado Pilas y Columnas puente de la Gloria. Fuente: Autores 2016

4.1.2.3 Superestructura en concreto

Losa, vigas y riostras

Se realizó un análisis detallado de cada una de las vigas, riostras y losa del puente con el fin de comprobar su estado e identificar los daños presentes. En la losa se evidencia fisuras, descascaramientos y exposición del acero de refuerzo en pequeñas partes, también existe infiltraciones de agua y deterioro por causa de ésta.

En las vigas longitudinales se evidencia pérdida del concreto de recubrimiento, exposición del acero de refuerzo y corrosión del mismo, fisuras, segregación y hormigueros.

Las riostras aún se encuentran recubiertas por las formaletas, por lo que no fue posible identificar si tienen algún tipo de daño a considerar.



Figura 32. Estado de Losa, Vigas y Riostras puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016



Figura 33. Losa, Vigas y Riostras puente de La Gloria. Fuente: Autores 2016

4.1.3 Evaluación Patológica Puesto Primero de Mayo

4.1.3.1 Superficie y Equipamiento

Capa de rodadura

Para la revisión de los tipos de falla de la capa de rodadura del puente primero de mayo se tomó como guía el formato para la inspección visual de pavimentos flexibles diseñado por el Instituto Nacional de Vías. Se encontró de manera generalizada desgaste superficial el cual es ocasionado por la acción del tránsito que circula diariamente por el puente, El daño se presenta con una severidad baja, ya que su irregularidad no supera los 3mm, existen fisuras longitudinales con severidad media (fisuras con abertura entre 1 y 3mm), parche con severidad baja (se encuentra en buena condición y se desempeña satisfactoriamente) y pérdida de agregado con severidad media (separación de agregados entre 0.05 y 0.15 mts.)



Figura 34. Estado de Capa de rodadura puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Figura 35. Capa de rodadura puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

Andenes y/o

bordillos

Los daños encontrados en los bordillos a ambos costados del puente fueron desportillamiento, acero expuesto y corrosión del acero expuesto.



Figura 36. Bordillos desportillados, acero expuesto, corrosión del mismo puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Figura 37. Estado de Bordillos desportillados, acero expuesto, corrosión del mismo puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

Barandas

Se nota el deterioro de las barandas y la presencia de corrosión y de laminación de la pintura, lo que produce daños progresivos y continuos.



Figura 38. Barandas puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Figura 39. Estado de Barandas puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

Iluminación

La iluminación del puente se encuentra completa, la totalidad de sus lámparas funcionan completamente y no presentan ningún tipo de daño a considerar.



Figura 40. Iluminación puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Figura 41. Estado Iluminación puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

Señalización

La señalización se encuentra en buen estado, existe el tipo de señalización indicado para prevenir cualquier tipo de accidente, es legible y no presentan daños a considerar como golpes, demarcaciones defectuosas etc.

Figura 42. Señalización puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Figura 43. Estado de Señalización puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Drenajes

Los drenajes longitudinales se encuentran en buen estado y su funcionamiento es óptimo, no existe taponamiento o algún otro tipo de daño, mientras que los drenajes transversales no funcionan correctamente, debido a que no son suficientes para evitar el estancamiento de agua sobre la superficie del puente.



Figura

2016



Figura 45. Estado de Drenajes puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

4.1.3.2 Subestructura

Estribos

Los daños encontrados fueron grietas verticales en la unión, fisuras y deterioro en el concreto provocado por corrosión del refuerzo, problemas en el concreto como segregación y hormigueros.

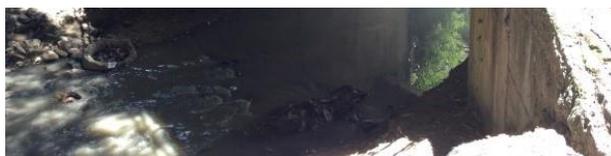




Figura 47. Estado de Aletas puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

4.1.3.3 *concreto*



Superestructura en

Losa, vigas y riostras

Se realizó un análisis detallado de cada una de las vigas, riostras y losa del puente con el fin de comprobar su estado e identificar los daños presentes.

En la losa se evidencia fisuras, descascaramientos, pérdida del concreto de recubrimiento, exposición del acero de refuerzo y corrosión del mismo, también existe presenta infiltraciones de agua y deterioro por causa de ésta.

En las vigas longitudinales como en las riostras se evidencia pérdida del concreto de recubrimiento, exposición del acero de refuerzo y corrosión del mismo, fisuras, segregación y hormigueros.

Figura 48. Losa, Vigas y Riostras puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



Figura 49. Estado de Losa, Vigas y Riostras puente Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016



4.2 Ubicación de las Planos

Patologías en los

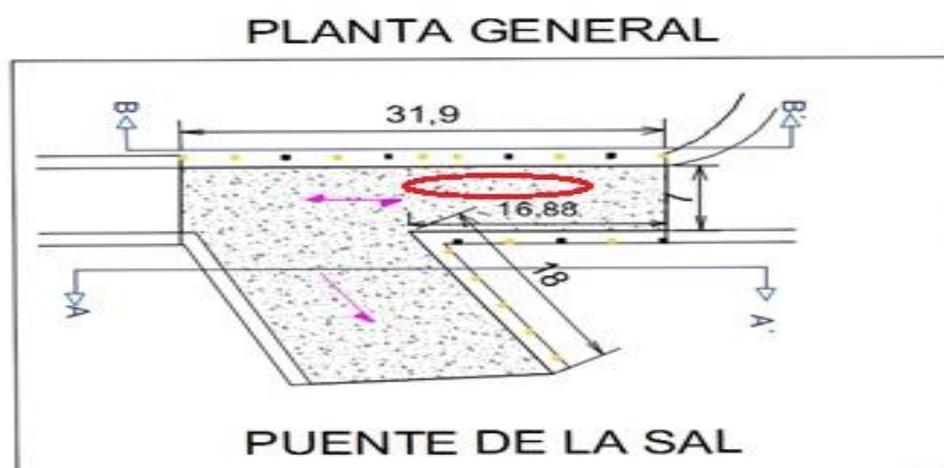
A continuación se presentan los diferentes tipos de patologías de cada uno de los puentes ubicados en planos con sus respectivas vistas para facilitar la ubicación de éstos. Se muestran a través de una ficha diseñada para la toma de datos en la cual se encuentra resumida toda la información de relevante como elemento, daño presente y nivel de severidad.

4.2.1 Ubicación de Patologías Puente de la Sal

Tabla 1. Toma de datos de patologías puente La Sal: Capa de rodadura

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Capa de rodadura
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Desgaste superficial
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Baja

UBICACIÓN EN PLANO



UBICACIÓN FOTOGRAFICA

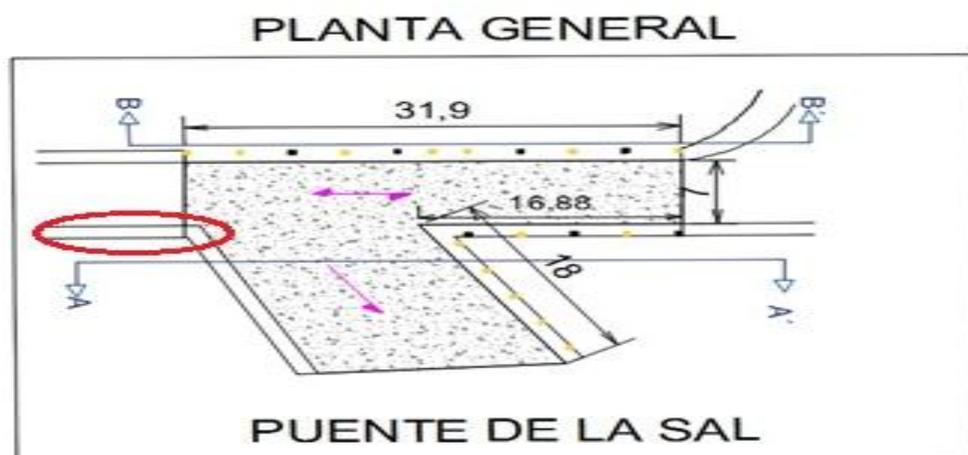


Fuente: Autores 2016

Tabla 2. Toma de Datos Puentes La Sal: Andenes y bordillos

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Andenes y bordillos
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Desportillamento y acero expuesto.
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO



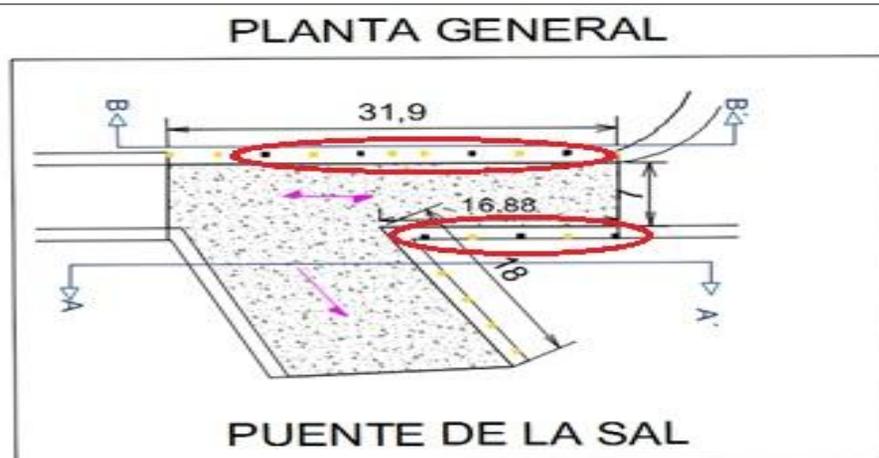
UBICACIÓN FOTOGRAFICA



Tabla 3. Toma de Datos Puesto La Sal: Barandas

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Barandas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Corrosión y laminación
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

UBICACIÓN EN PLANO



UBICACIÓN FOTOGRAFICA



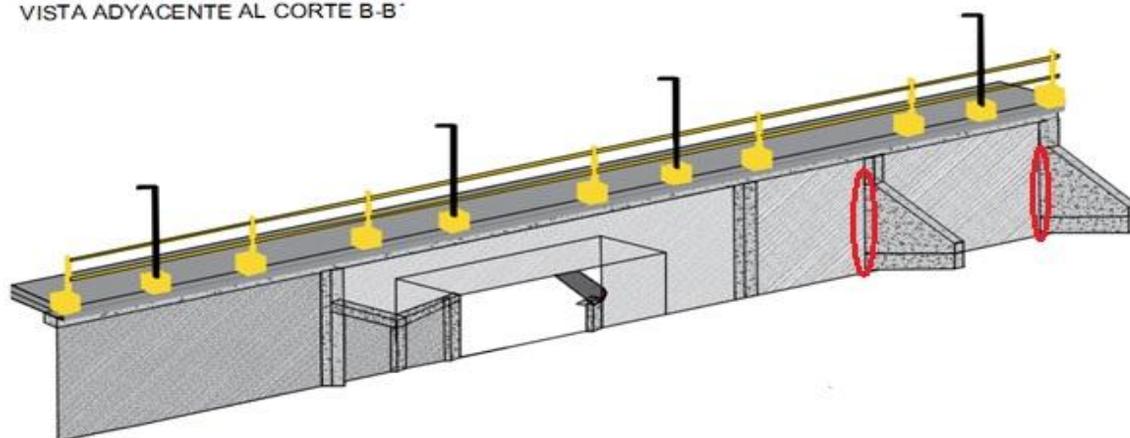
Fuente: Autores 2016

Tabla 4. Toma de Datos Puesto La Sal: Aletas, grietas y verticales

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Aletas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Grietas verticales
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO

VISTA ADYACENTE AL CORTE B-B'



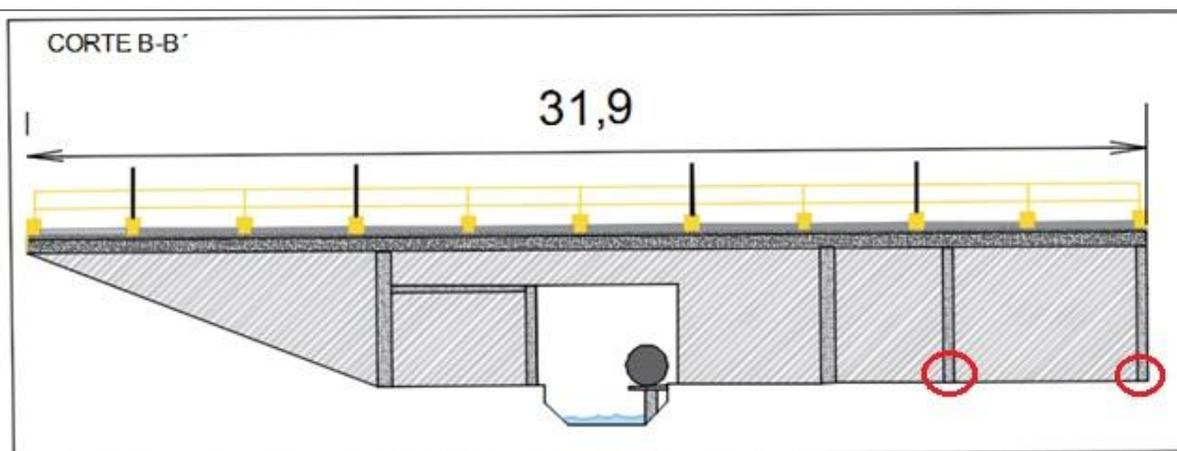
UBICACIÓN FOTOGRAFICA



Fuente: Autores 2016

Tabla 5. Toma de Datos Puentes La Sal: Aletas - socavación

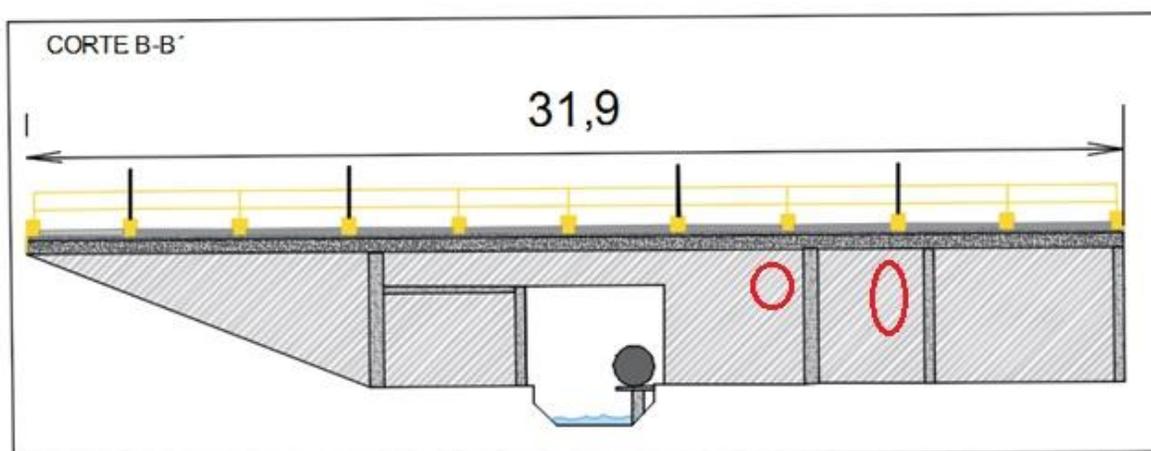
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Aletas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Socavación
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Baja

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 6. Toma de Datos Puesto La Sal: Estribos

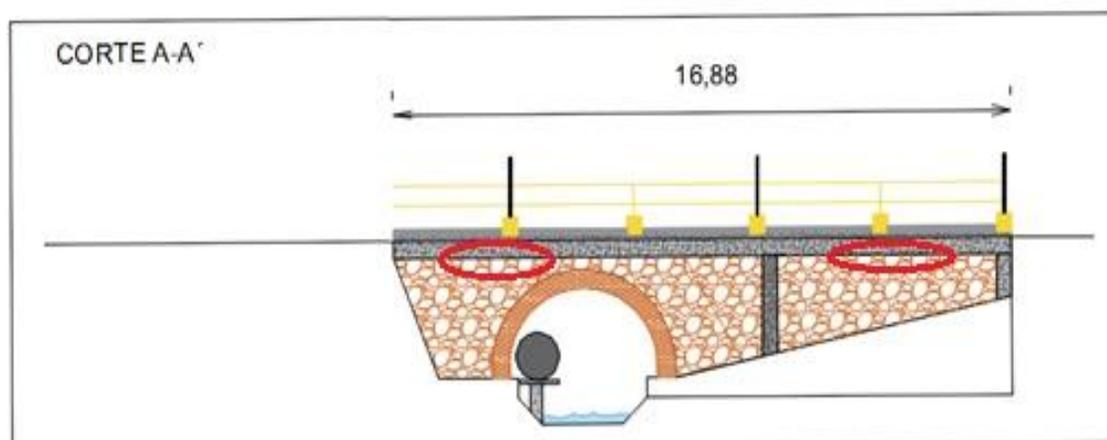
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Estribos
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Fisuras en estribos
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 7. Toma de Datos Puesto La Sal: vigas y riostras

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Sal	
	Longitud total	31,9 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Vigas y riostras
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Perdida del concreto de recubrimiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

4.2.2 Ubicación de Patologías Puente de La Gloria

Tabla 8. Toma de datos Puente la Gloria: Capa de rodadura

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Capa de rodadura
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Descascaramiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

UBICACIÓN EN PLANO



UBICACIÓN FOTOGRAFICA

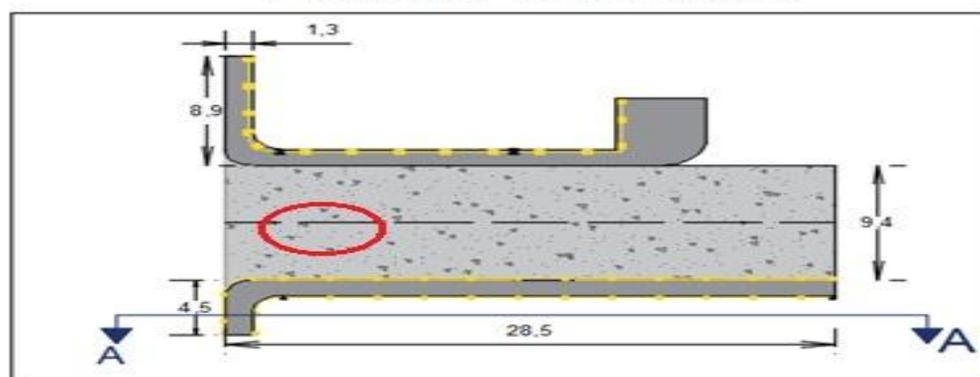


Tabla 9. Toma de datos Puente la Gloria: Capa de rodadura, fisura en bloque

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Capa de rodadura
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Fisura en bloque
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO

PLANTA GENERAL



PUENTE LA GLORIA

UBICACIÓN FOTOGRAFICA

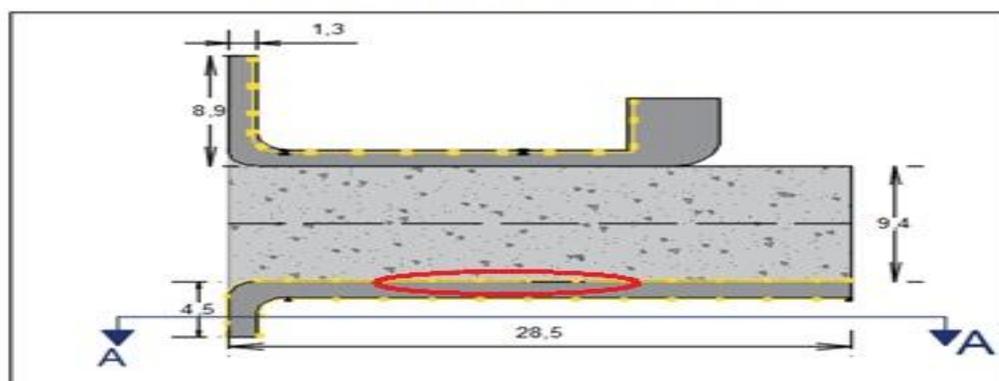


Tabla 10. Toma de datos Puesto la Gloria: Andenes y bordillos

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Andenes y bordillos
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Grietas
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO

PLANTA GENERAL



PUENTE LA GLORIA

UBICACIÓN FOTOGRAFICA

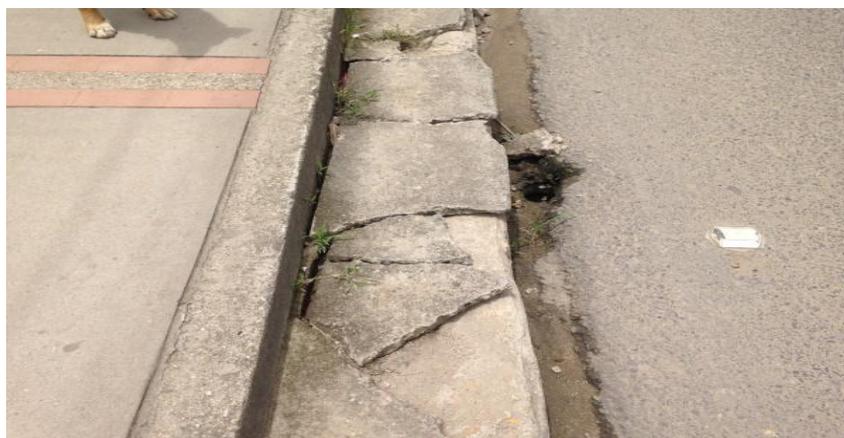
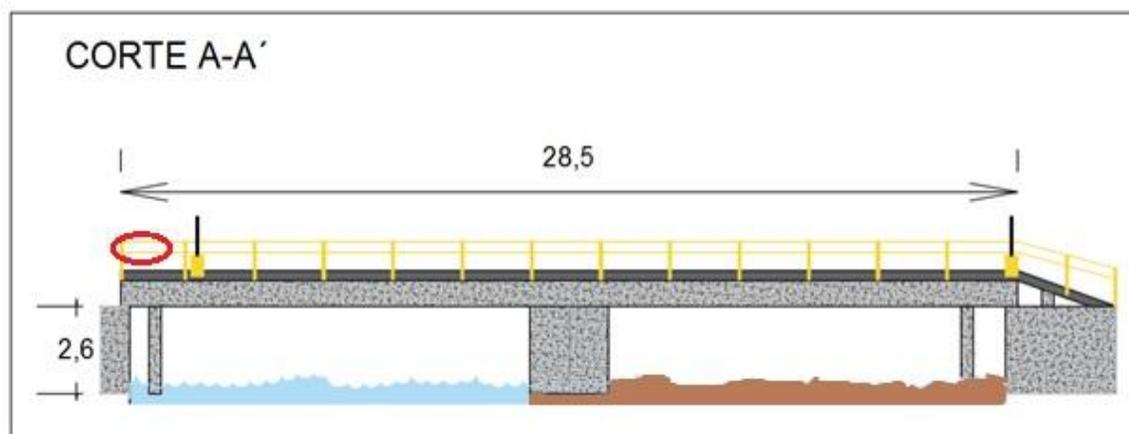


Tabla 11. Toma de datos Puesto la Gloria: Barandas, fracturas en poste

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Barandas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Fractura en poste
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

UBICACIÓN EN PLANO



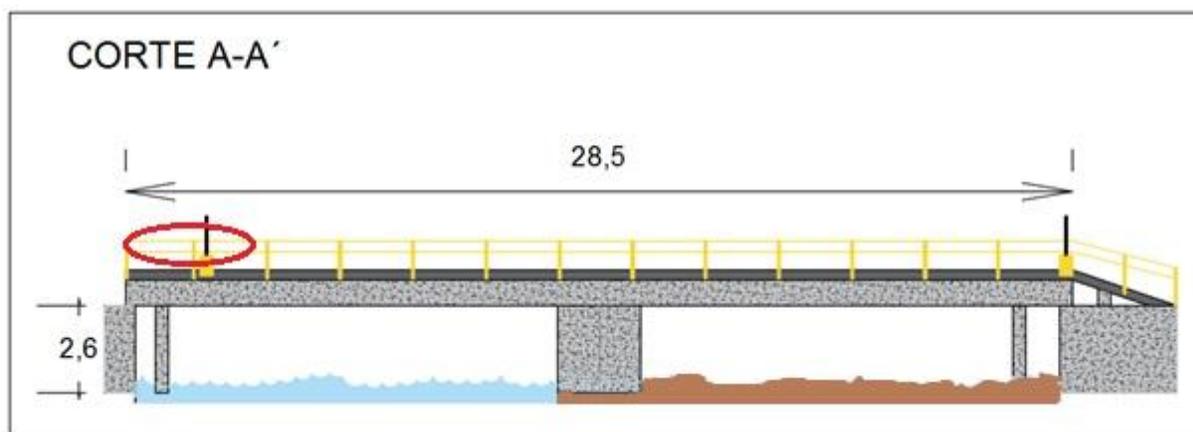
UBICACIÓN FOTOGRAFICA



Fuente: Autores 2016

Tabla 12. Toma de datos Puesto la Gloria: Barandas, Ausencia de Elemento

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN Puentes UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Barandas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Ausencia de elemento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

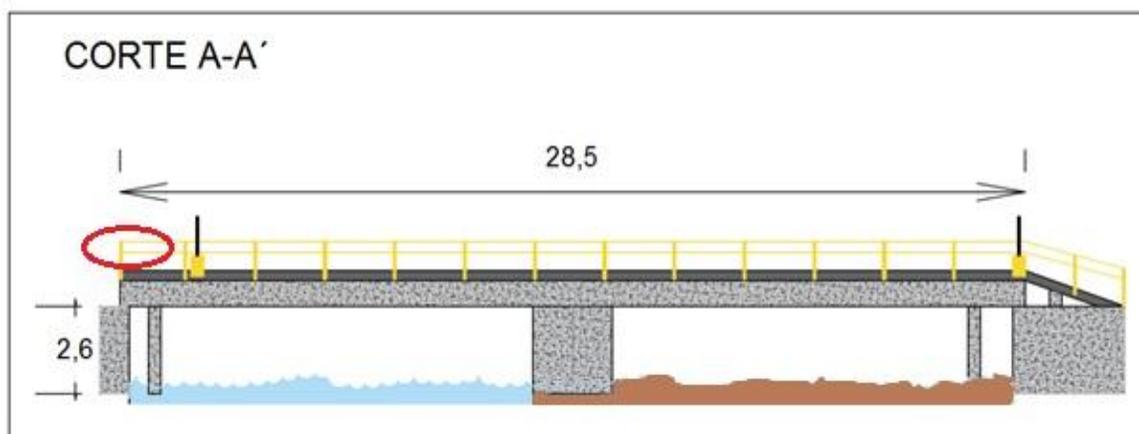
UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 13. Toma de datos Puesto la Gloria: Barandas

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUESTOS UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Barandas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Golpes por impacto
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO



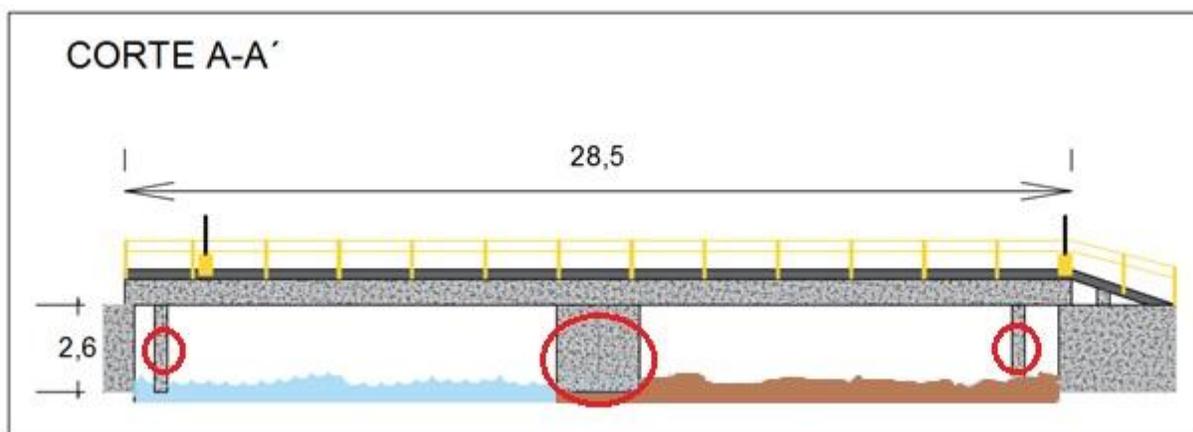
UBICACIÓN FOTOGRAFICA



Fuente: Autores 2016

Tabla 14. Toma de datos Puesto la Gloria: Pila y columnas

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Pila y columnas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Segregación
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

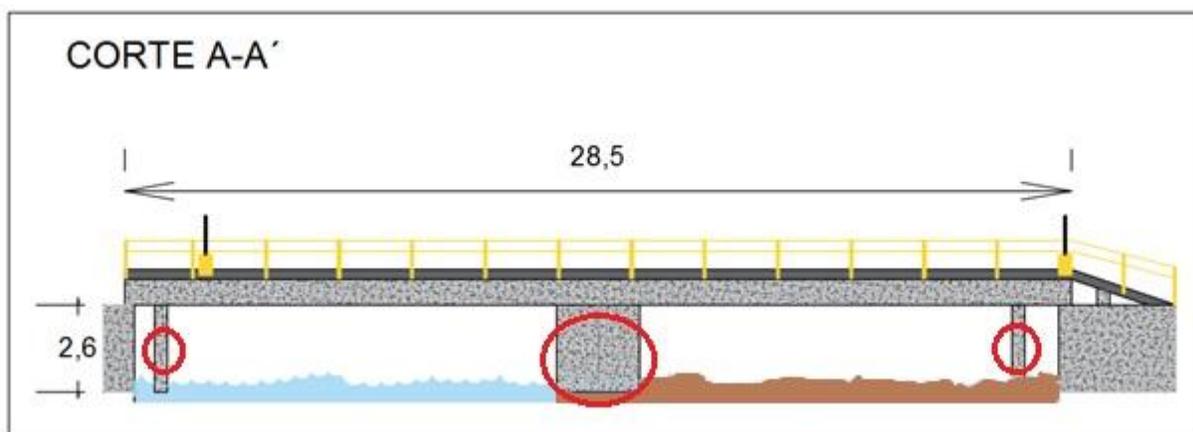
UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 15. Toma de datos Puesto la Gloria: Pila y columnas, hormiguero

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Pila y columnas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Hormiguero
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

UBICACIÓN EN PLANO



UBICACIÓN FOTOGRAFICA

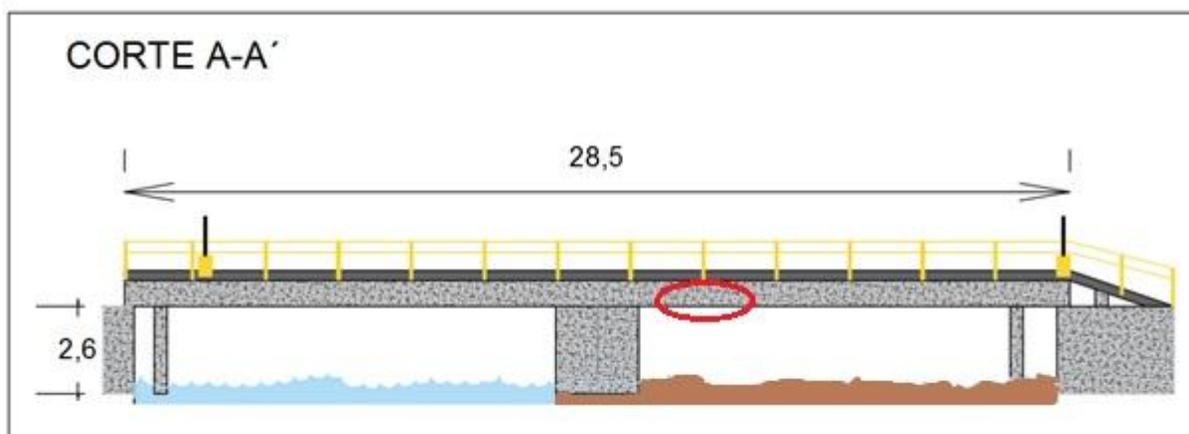


Fuente: Autores 2016

Tabla 16. Toma de datos Puesto la Gloria: Losa, fisuras

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de la gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Losa
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Fisuras
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO



UBICACIÓN FOTOGRAFICA

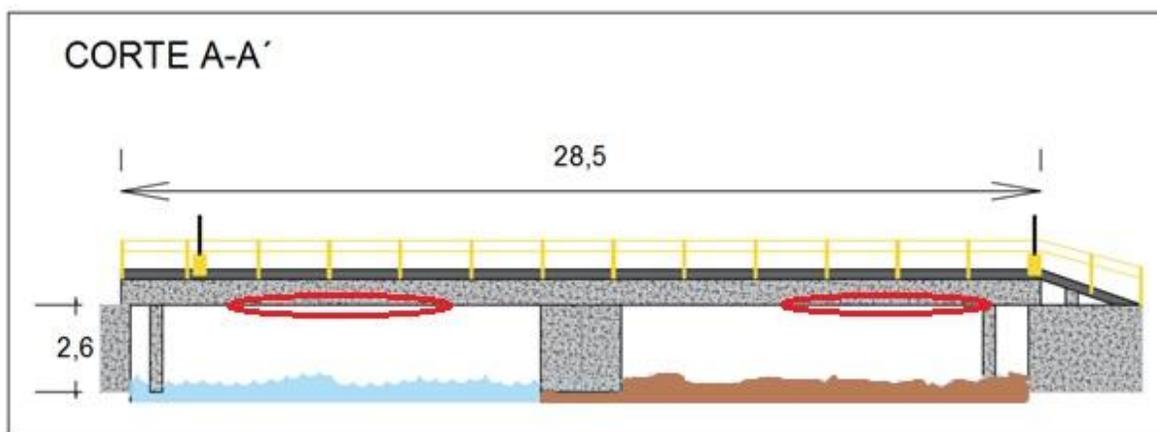


Fuente: Autores 2016

Tabla 17. Toma de datos Puesto la Gloria: Losa, descascaramiento

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN Puentes UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Losa
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Descascaramiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO



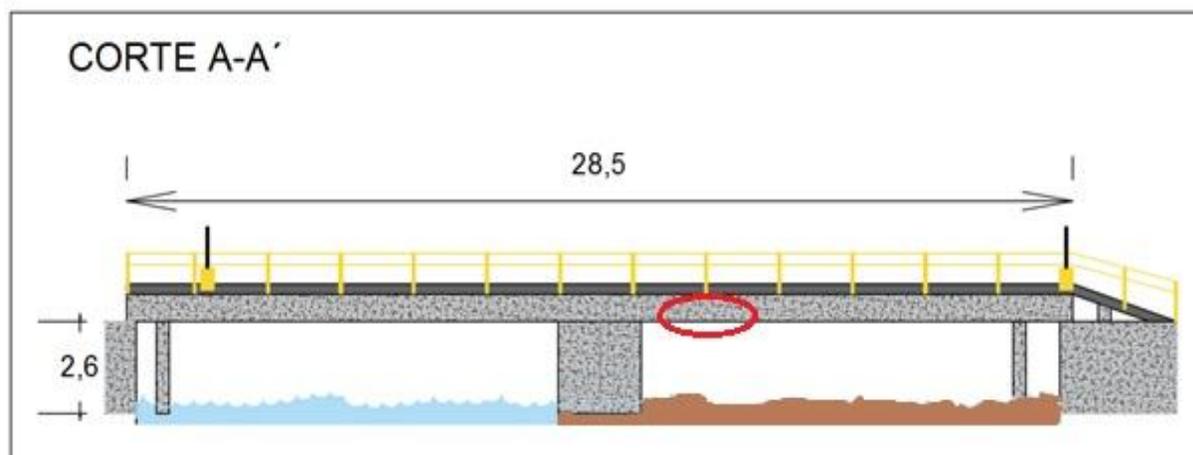
UBICACIÓN FOTOGRAFICA



Fuente: Autores 2016

Tabla 18. Toma de datos Puesto la Gloria: Losa, Infiltración

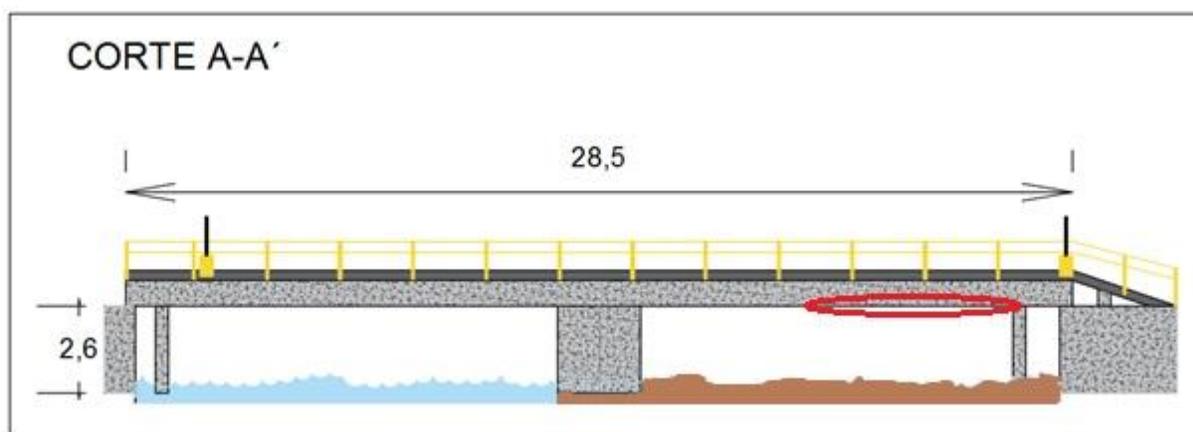
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Losa
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Infiltración
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 19. Toma de datos Puesto la Gloria: Vigas

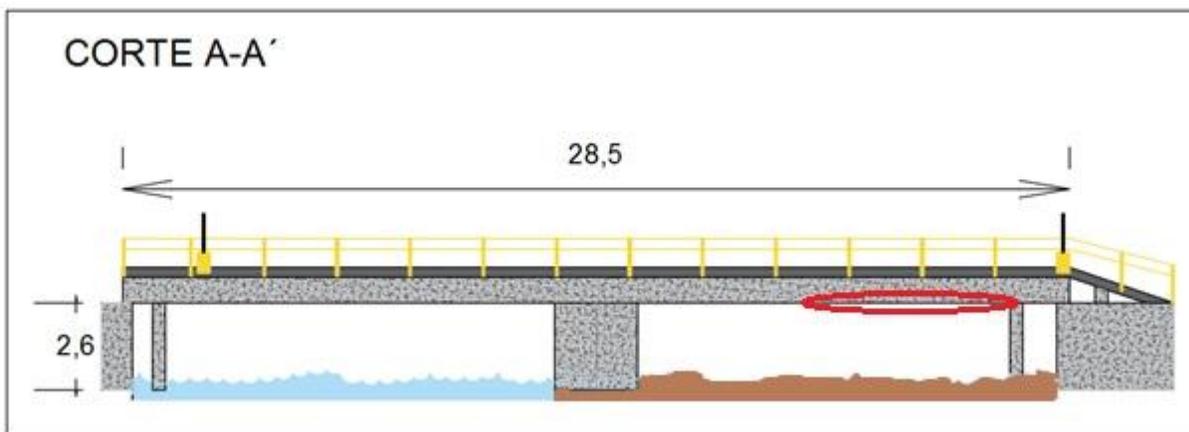
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Vigas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Perdida de concreto de recubrimiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 20. Toma de datos Puesto la Gloria: vigas, Exposición de acero

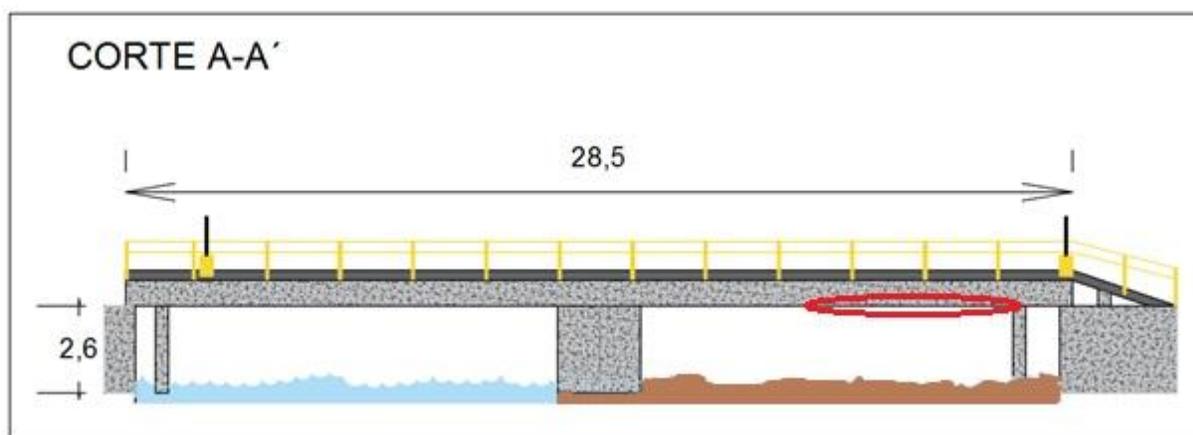
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN Puentes UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Vigas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Exposición de acero
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 21. Toma de datos Puesto la Gloria: Vigas, Segregación

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puesto de La Gloria	
	Longitud total	28,50 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Vigas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Segregación
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRÁFICA**

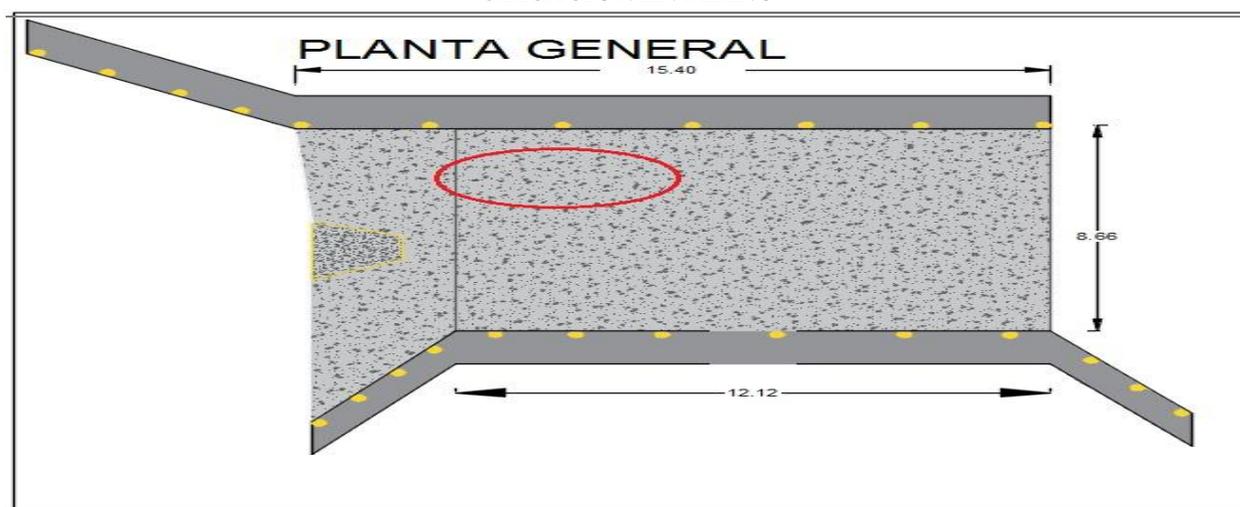
Fuente: Autores 2016

4.2.3 Ubicación de Patologías Puente Primero de Mayo

Tabla 22. Toma de datos puente primero de Mayo: capa de rodadura

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Capa de rodadura
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Desgaste superficial
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Baja

UBICACIÓN EN PLANO

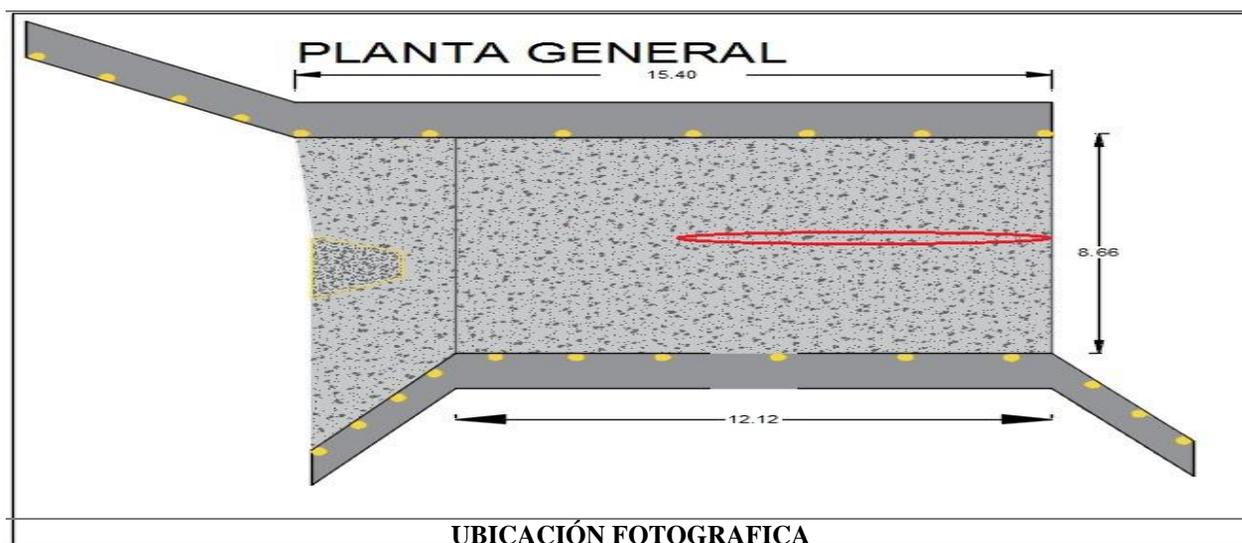


UBICACIÓN FOTOGRÁFICA



Tabla 23. Toma de datos puente primero de Mayo: Capa de rodadura

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Capa de rodadura
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Fisura longitudinal
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Media

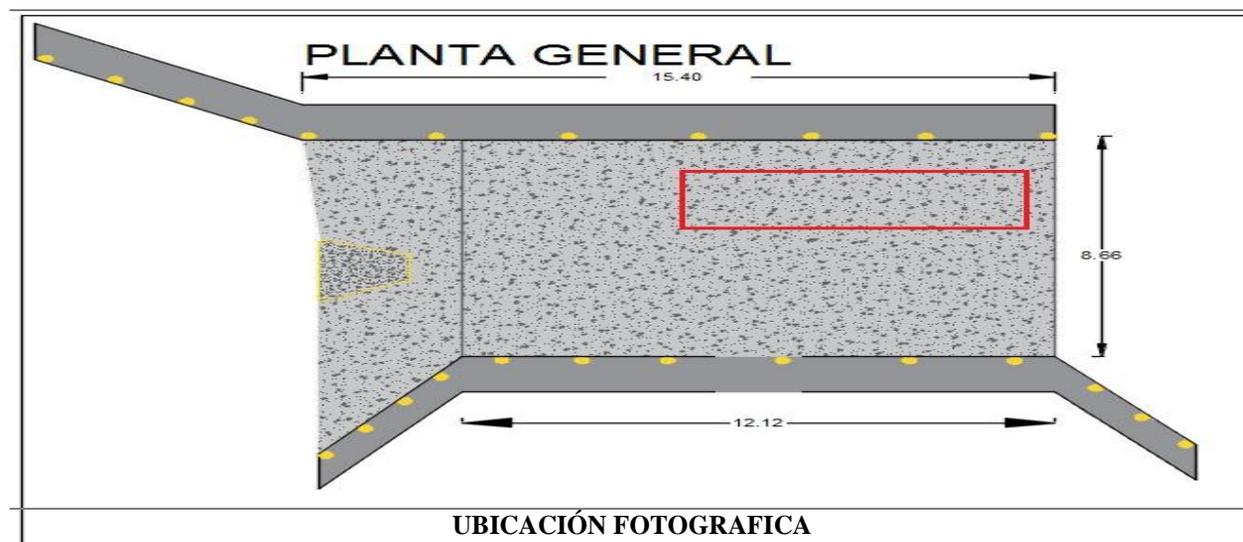
UBICACIÓN EN PLANO

Fuente: Autores 2016

Tabla 24. Toma de datos puente primero de Mayo: Capa de rodadura, parche

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Capa de rodadura
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Parche
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Baja

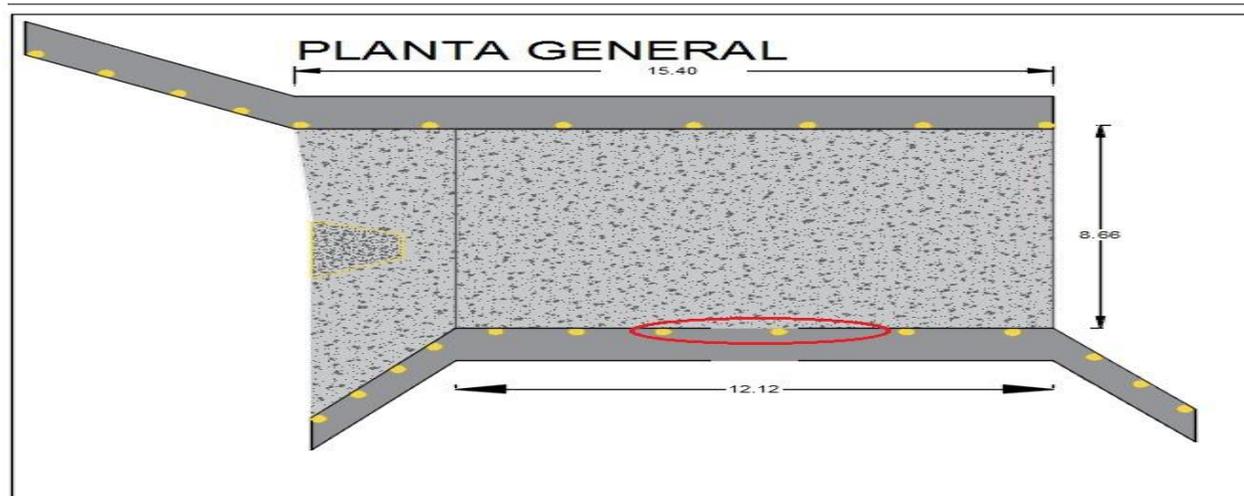
UBICACIÓN EN PLANO



Fuente: Autores 2016

Tabla 25. Toma de datos puente primero de Mayo: Andenes y bordillos, acero expuesto

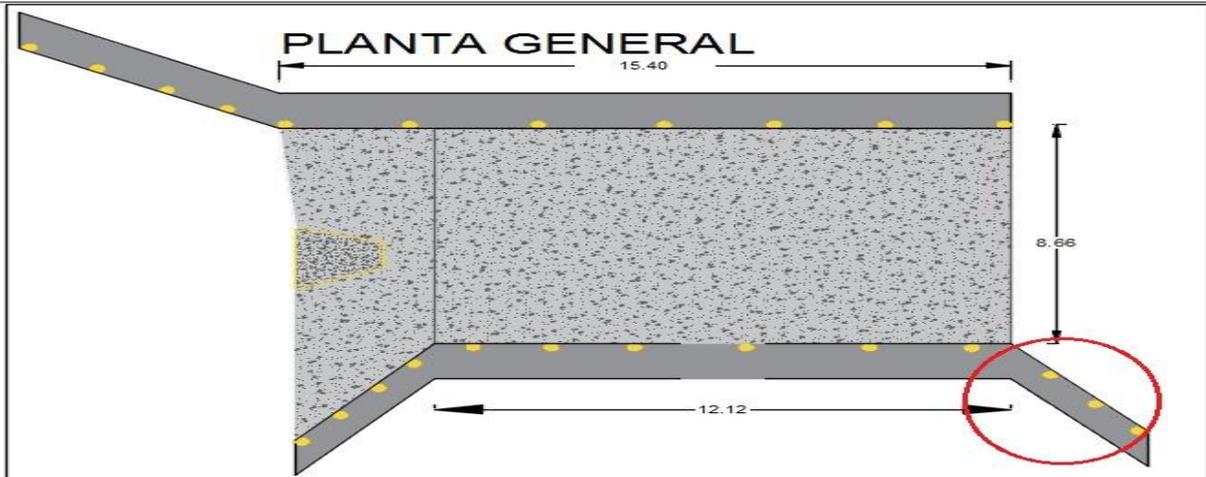
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Andenes y bordillos
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Acero expuesto
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 26. Toma de datos puente primero de Mayo: Andenes y bordillos, desportillamiento

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN Puentes UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Andenes y bordillos
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Desportillamiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

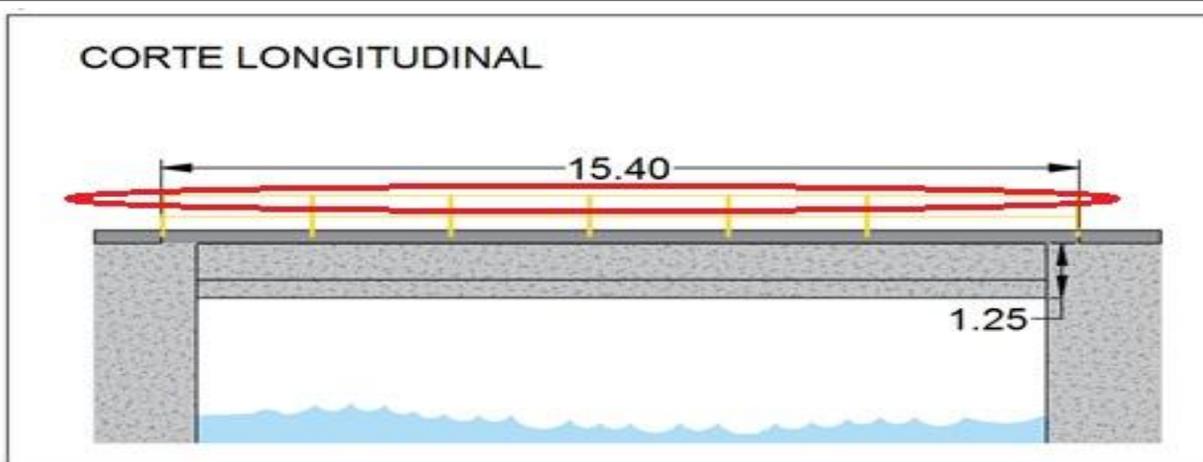
UBICACIÓN EN PLANO	
	
UBICACIÓN FOTOGRAFICA	



Fuente: Autores 2016

Tabla 27. Toma de datos puente primero de Mayo: Barandas, corrosión

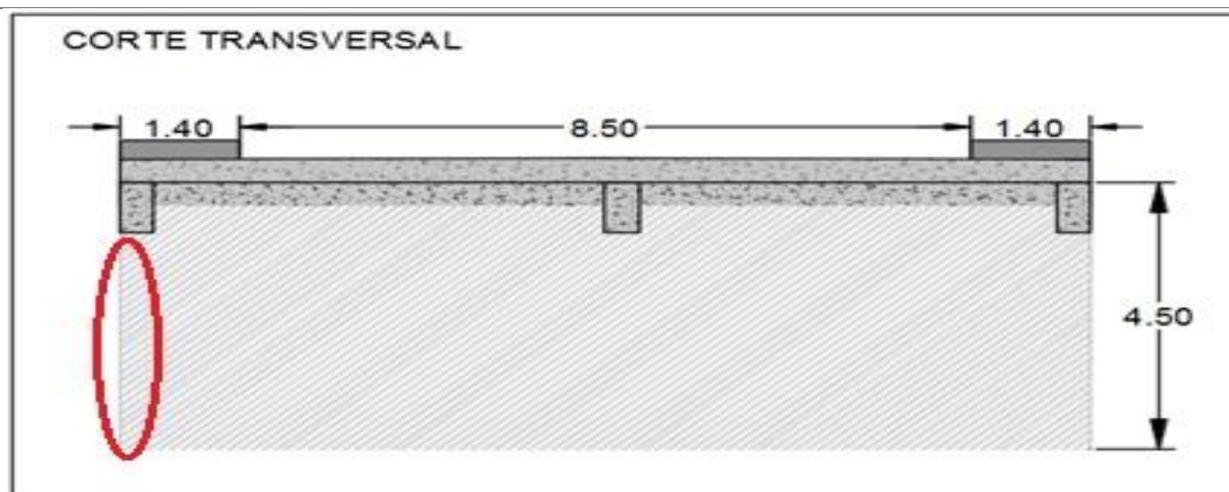
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Barandas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Corrosión
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 28. Toma de datos puente primero de Mayo: Estribos, grietas verticales

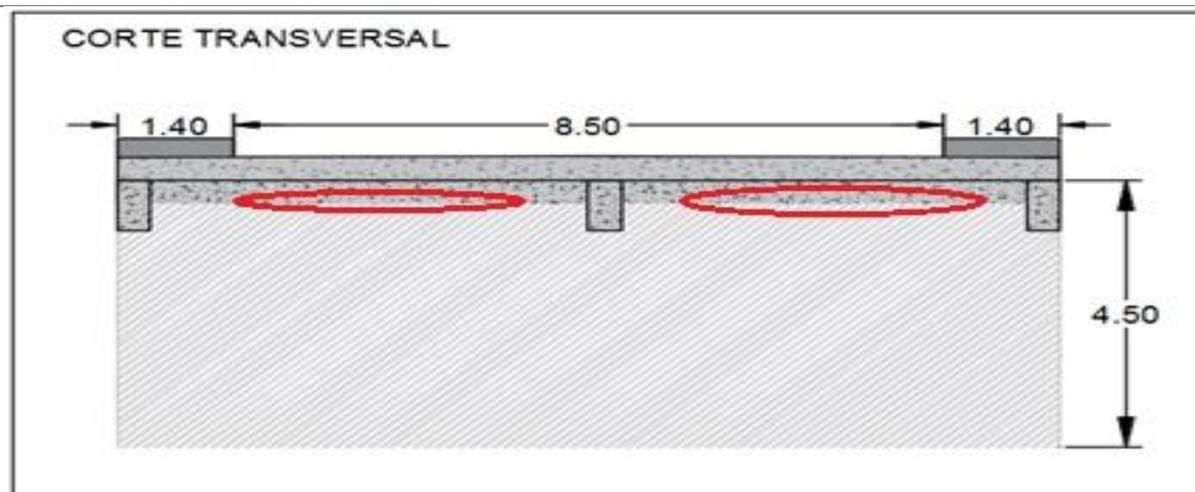
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Estribos
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Grietas verticales
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 29. Toma de datos puente primero de Mayo: Losa, descascaramiento

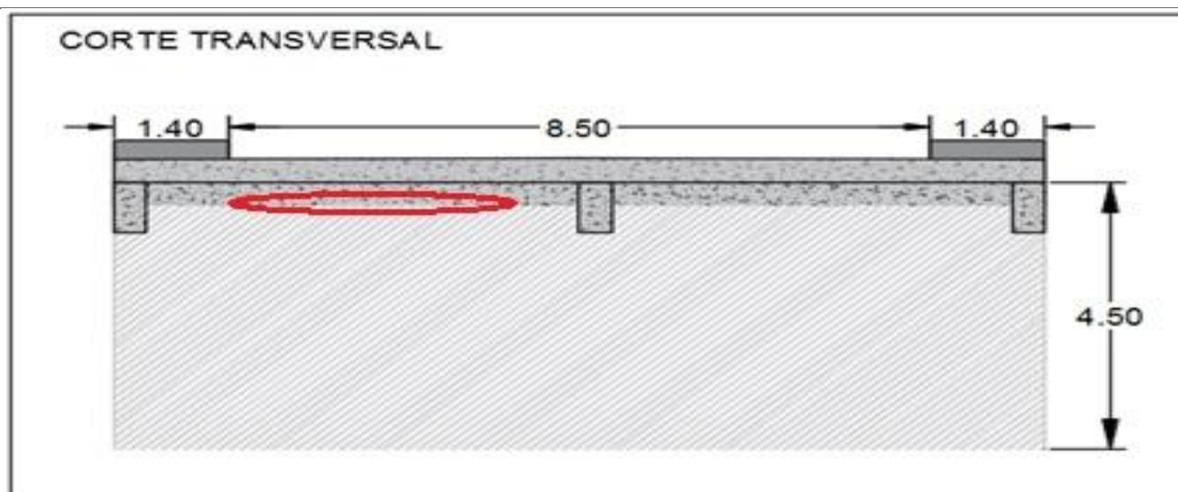
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Losa
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Descascaramiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuentes: Autores 2016

Tabla 30. Toma de datos puente primero de Mayo: Losa, acero expuesto

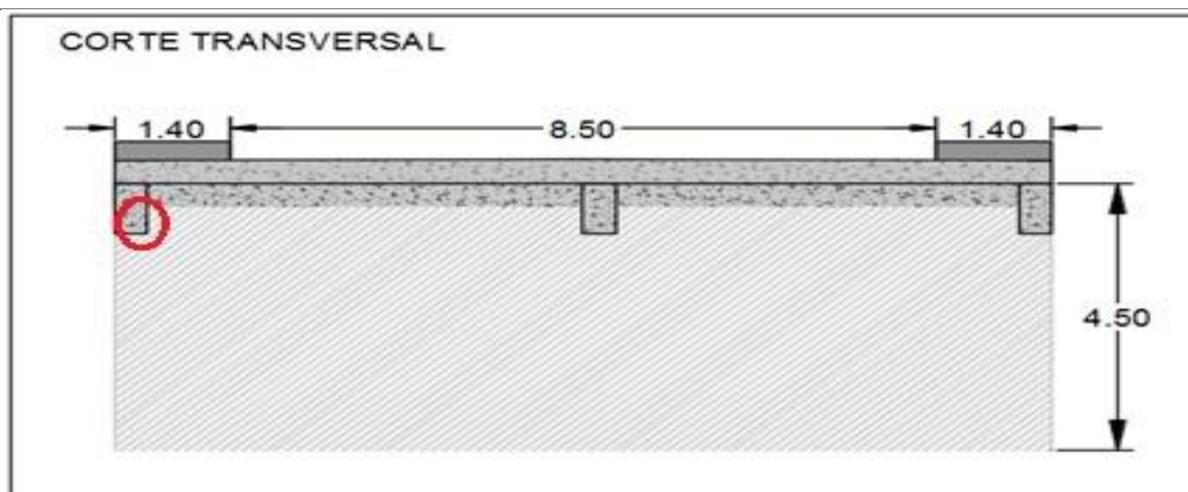
TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Losa
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Acero expuesto
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 31. Toma de datos puente primero de Mayo: Vigas

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Vigas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Perdida del concreto de recubrimiento
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

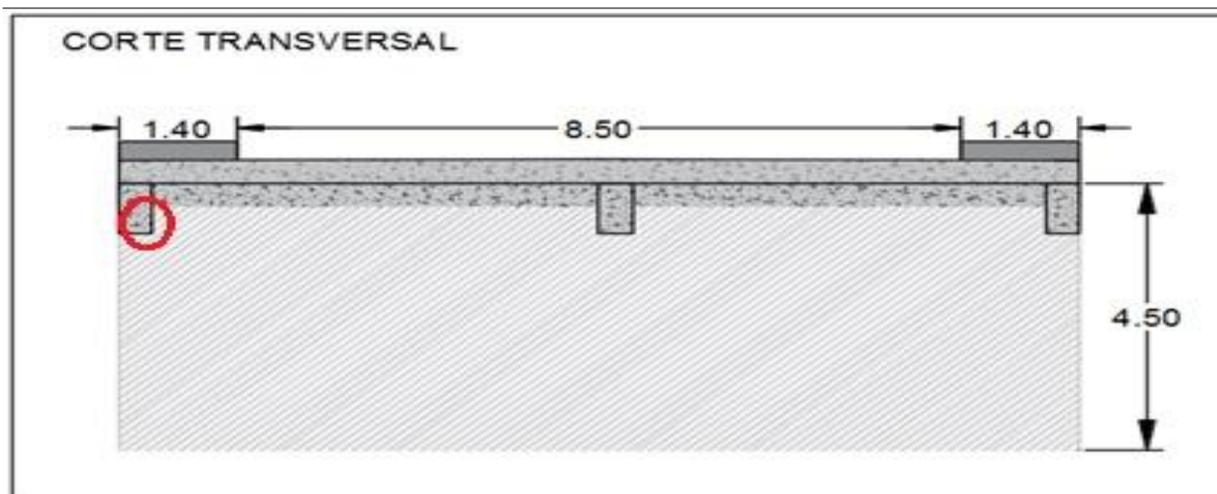
UBICACIÓN EN PLANO**UBICACIÓN FOTOGRAFICA**

Fuente: Autores 2016

Tabla 32. Toma de datos puente primero de Mayo: Vigas, acero expuesto

TOMA DE DATOS DE PATOLOGIAS			
EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MECÁNICA, A TRAVÉS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PUENTES UBICADOS EN LA VÍA NACIONAL Y MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.	Ubicación	Puente del Primero de Mayo	
	Longitud total	15,40 metros	
Autores	Luis Hernando Ballesteros López	Elemento	Vigas
	Yuneiry Ortiz Pérez	Daño	Acero expuesto
Director	Ing. Ciro A. Peñaranda Carrascal	Severidad	Alta

UBICACIÓN EN PLANO



UBICACIÓN FOTOGRAFICA



Fuente: Autores 2016

4.3 Ensayo de Carbonatación

La carbonatación es uno de los procesos naturales que ocurre a diario en todas las estructuras de concreto y que se ve reflejado en mayor medida en aquellas estructuras, en las cuales las emisiones de dióxido de carbono, humedad y cambios de clima son mayores. En concretos sin refuerzo, la carbonatación no provoca grandes consecuencias, es totalmente inofensivo, mientras que para concretos reforzados, éste fenómeno puede avanzar progresivamente ocasionando daños graves como podría ser la corrosión del acero de refuerzo. Por tal motivo se realiza este tipo de ensayo No destructivo en los elementos estructurales de cada uno de los puentes en estudio para determinar si las estructuras se encuentran o no afectadas por efectos de carbonatación.

Para la realización de este ensayo se procedió a realizar una solución de fenolftaleína con una concentración de 1% diluida en alcohol, posteriormente fue aplicada en los elementos estructurales de cada uno de los puentes, teniendo así que el concreto que no presenta frente de carbonatación cambiaba de matriz segundos después de que reaccionara con la fenolftaleína, es decir, donde no había presencia de carbonatación se tornaba un color rosado y en donde no se vio cambio de color, se concluyó que este problema ya estaba avanzado por el concreto.

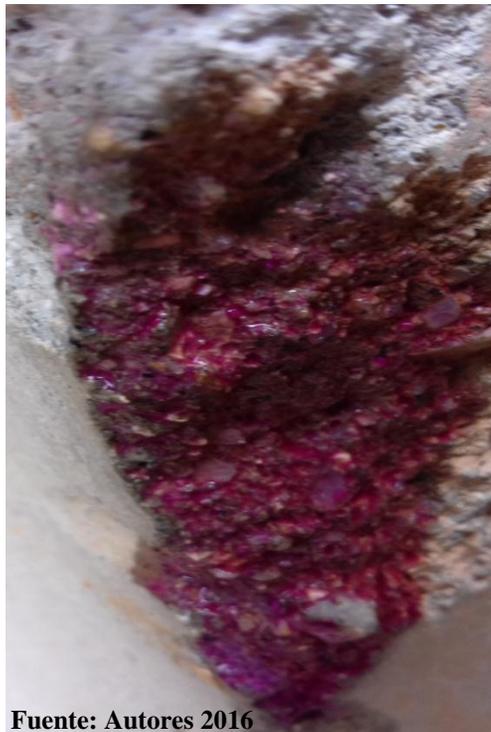
A continuación se adjuntan las fichas técnicas realizadas a lo largo del proyecto con el fin de organizar la información recolectada de cada uno de los puentes, la cual suministra las patologías visibles, presencia de carbonatación, estado visual del puente y recomendaciones.

4.3.1 Ensayo de carbonatación puente de La Sal

Tabla 33. Presencia de carbonatación puente La Sal, ficha 1 - 14

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA			
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA			
PUENTE VEHICULAR: Puente de La Sal			
Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	1
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA			
			
Fuente: Autores 2016			
SUPERESTRUCTURA			
Estado del puente	REGULAR		
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA			
Fisuras en estribos	SI		
Fisuras en vigas	SI		
Fisuras en columnas	SI		
fisuras en barandas	NO		
Calidad del acero	REGULAR		
Calidad del concreto	REGULAR		
Frente de carbonatación	SI		
Calificación general de la estructura	REGULAR		
Observaciones: en algunos elementos estructurales se nota el deterioro y la falta de mantenimiento de éstos, perdida de recubrimiento del acero, corrosión en acero, frente de carbonatación.			

Continuación tabla 33

3. PATOLOGIAS					
Ficha N°	2	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo	Químico		
		Material	Concreto		
		Lugar	Columna		
		Características			
		Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.			
		Ensayos			
		Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.			
		Análisis			
		Presenta deterioros en la capa superficial del elemento como grietas y poros debido a las formaletas.			
		No presenta frente de Carbonatación en la parte superficial del elemento.			
Observación					
La columna se encuentra en buen estado, presenta fisuras y desgastes debido a la dosificación del concreto al momento de fundición pero sin daños mayores. No presenta frente de carbonatación por lo que no se encuentra en riesgo el acero de refuerzo por corrosión, no hay acero a la vista.					
Recomendación					
Realizar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de ésta aplicando adecuadamente las normas de la construcción.					

Continuación tabla 33.

 PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Sal

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	3

 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

 SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	
Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	SI
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: en algunos elementos estructurales se nota el deterioro y la falta de mantenimiento de éstos, pérdida de recubrimiento del acero, corrosión en acero, frente de carbonatación.

3. PATOLOGIAS					
Ficha N°	4	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo	Químico		
		Material	Concreto		
		Lugar	Columna		
		Características			
		Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.			
		Ensayos			
		Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.			
		Análisis			
		Presenta deterioros en la capa superficial del elemento como grietas y poros debido a las formaletas.			
		No presenta frente de Carbonatación en la parte superficial del elemento.			
		Observación			
		La columna se encuentra en buen estado, presenta fisuras y desgastes debido a la dosificación del concreto al momento de fundición pero sin daños mayores. No presenta frente de carbonatación por lo que no se encuentra en riesgo el acero de refuerzo por corrosión, no hay acero a la vista.			
		Recomendación			
		Realizar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de ésta aplicando adecuadamente las normas de la construcción			

 PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Sal

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	5

 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

 SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR
--------------------------	---------

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	SI
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: en algunos elementos estructurales se nota el deterioro y la falta de mantenimiento de éstos, perdida de recubrimiento del acero, corrosión en acero, frente de carbonatación.

Continuación tabla 33

3. PATOLOGIAS						
Ficha N°	6	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz	
DESCRIPCION		Tipo de ensayo	Químico			
		Material	Concreto			
		Lugar	Pórtico			
		Características				
		Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.				
Ensayos						
Inspección visual, no se puede hacer el ensayo con fenolftaleína, debido al desagüe existente alrededor de ésta						
Análisis						
Presenta deterioros en todo el elemento debido a la humedad constante. No se realiza el ensayo de fenolftaleína pero se deduce el avance de carbonatación debido a la corrosión del acero expuesto a las emisiones de Co2 en el ambiente.						
Observación						
El pórtico se encuentra completamente en mal estado debido a la humedad constante que presenta a causa del desagüe de las aguas negras, se evidencia el deterioro total de cada uno de sus elementos y la corrosión del acero de refuerzo.						
Recomendación						
Realizar en primera medida desvío de las aguas residuales domiciliarias para luego proceder al mejoramiento de la estructura y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de ésta aplicando adecuadamente las normas de la construcción						

 PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

 1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Sal

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	7

 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA


 Fuente: Autores 2016

 SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR
--------------------------	---------

 2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	SI
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: en algunos elementos estructurales se nota el deterioro y la falta de mantenimiento de éstos, pérdida de recubrimiento del acero, corrosión en acero, frente de carbonatación

 Continuación tabla 33

3. PATOLOGIAS					
Ficha N°	8	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo	Químico		
		Material	Concreto		
		Lugar	Viga		
Características					
Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.					
Ensayos					
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.					
Análisis					
Presenta deterioros en todo el elemento, pérdida de recubrimiento, es visible el acero de refuerzo.					
Presenta frente de carbonatación avanzado y alto índice de corrosión del acero de refuerzo.					
Observación					
La viga se encuentra completamente en mal estado debido a la humedad constante que presenta a causa del desagüe de las aguas negras, se evidencia el deterioro total en el elemento y la corrosión del acero de refuerzo.					
Recomendación					
Realizar en primera medida desvío de las aguas residuales domiciliarias para luego proceder al mejoramiento de la estructura y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de ésta aplicando adecuadamente las normas de la construcción, se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada.					



Fuente: Autores 2016

 PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

 1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Sal

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	9

 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

 SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR
--------------------------	---------

 2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	SI
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: en algunos elementos estructurales se nota el deterioro y la falta de mantenimiento de éstos, perdida de recubrimiento del acero, corrosión en acero, frente de carbonatación.

Continuación tabla 33

3. PATOLOGIAS					
Ficha N°	10	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo	Químico		
		Material	Concreto		
		Lugar	Viga		
		Características			
		Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.			
		Análisis			
		Presenta poco deterioro en la capa superficial del elemento, sobresale el material grueso, lo que indica una mala dosificación y un mal diseño de mezcla a la hora de la construcción. No presenta frente de carbonatación avanzado, muestra coloración rosácea, lo que indica que su pH es básico.			
		Ensayos			
		Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.			
Observación					
La viga se encuentra en estado regular, se evidencia varios errores debido a la mala dosificación de los materiales a la hora de la construcción, presenta mucho material grueso en su superficie, no existe acero de refuerzo a la vista, por lo que no existe corrosión del mismo a causa de carbonatación.					
Recomendación					
Realizar reforzamiento de la estructura y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de ésta aplicando adecuadamente las normas de la construcción.					
Continuación tabla 33					
PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA					

 1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Sal

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	11

 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

 SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR
--------------------------	---------

 2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	SI
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: en algunos elementos estructurales se nota el deterioro y la falta de mantenimiento de éstos, pérdida de recubrimiento del acero, corrosión en acero, frente de carbonatación.

Continuación tabla 33

 3. PATOLOGIAS

Ficha N°	12	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo		Químico		
	Material		Concreto		
	Lugar		Aletas		
	Características				
Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.					
Ensayos					
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.					
Análisis					
Las aletas Presentan poco deterioro en sus capas superficiales, sobresale el material grueso, lo que indica una mala dosificación y un mal diseño de mezcla a la hora de la construcción.					
No presentan frente de carbonatación avanzado, muestra coloración rosácea, lo que indica que su pH es básico.					
Observación					
Las aletas se encuentran en buen estado, presentan mucho material grueso en su superficie, no existe acero de refuerzo a la vista, por lo que no existe corrosión del mismo a causa de carbonatación.					
Recomendación					
Generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción					

4.3.1.1 Descripción general

El puente de La Sal es uno de los puntos de acceso terrestre más importantes de la ciudad, puesto que es el que comunica la parte norte de Ocaña con los municipios vecinos pertenecientes a los departamentos del Cesar y Norte de Santander, siendo los más cercanos los municipios de Rio de oro, Aguachica, Convención, Gonzales, entre otros.

A través de este corredor ingresan y salen gran cantidad de artículos de diferente tipo y naturaleza que contribuyen con el desarrollo constante de la ciudad, por tal motivo y al ser el puente de la sal el único conector vial, debe garantizarse siempre el 100% de su funcionamiento y mantenerse en las mejores condiciones posibles, para evitar un estancamiento a causa de algún daño que se pueda presentar.

Según los resultados obtenidos al realizar una inspección visual detallada de cada elemento que conforma el puente y de ejecutar el ensayo con fenolftaleína para comprobar el frente de carbonatación, observamos el mal estado en que se encuentran varios de éstos y la falta de mantenimiento que padece el puente.

Es evidente la corrosión del acero de refuerzo de algunos componentes estructurales, la humedad y mal uso de las aguas residuales que circulan a través de éstos, todos los elementos presentan agrietamientos a causa del mal manejo que se le dio a las normas a la hora de construir y a raíz de esto el deterioro es constante y el frente de carbonatación en algunos es avanzado.

Debe diseñarse un plan para generar el mejoramiento de la estructura y aplicar monitores y mantenimientos rutinarios con el fin de que se siga garantizando el funcionamiento y alargar su vida útil para evitar cualquier tipo de daño más grave y de mayor inversión por no tomar medidas de prevención a tiempo por parte de las autoridades encargadas.

4.3.2 Ensayo de carbonatación puente La Gloria

Tabla 34. Presencia de carbonatación puente la Gloria, Ficha 13 - 30

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA			
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA			
PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria			
Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	13
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA			
			
Fuente: Autores 2016			
SUPERESTRUCTURA			
Estado del puente	BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR		
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA			
Fisuras en estribos	SI		
Fisuras en vigas	SI		
Fisuras en columnas	NO		
Calidad del acero	BUENO		
Calidad del concreto	BUENO		
Frente de carbonatación	SI		
Calificación general de la estructura	BUENO		
Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaletas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.			
Continuación tabla 34			
3. PATOLOGIAS			

Ficha N°	14	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo		Químico		
	Material		Concreto		
	Lugar		Viga longitudinal externa		
	Características				
Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.					
Análisis					
Presenta poco deterioro en la capa superficial del elemento, existe acero de refuerzo a la vista en algunas partes desgastadas de la viga. Presenta frente de carbonatación avanzado, lo que indica que el acero que se encuentra a la vista exhibe corrosión total.					
Ensayos					
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.					
Observación					
La viga se encuentra en buen estado, presenta poco deterioro en su parte superficial y en algunas partes hay evidencia de la pérdida de recubrimiento del acero de refuerzo, muestra frente de carbonatación avanzado debido a las exposiciones de Co2 en el ambiente.					
Recomendación					
Hacer mejoramiento en las partes afectadas, se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.					

Continuación tabla 34

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	15

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaletas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	16	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo		Químico		
	Material		Concreto		
	Lugar		Losa (parte inferior 1 del tablero)		
	Características				
Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.					
Ensayo					
Ensayo con fenoltaleína, inspección visual.					
Análisis					
Presenta desgaste considerable en la capa superficial del elemento, existe acero de refuerzo a la vista en algunas partes deterioradas de la losa.					
Muestra color rosáceo en la parte exterior del acero de refuerzo, lo que indica que no existe frente de carbonatación en su superficie, pero si está avanzado en la parte interna.					
Observación					
La parte inferior de la losa se encuentra en buen estado, a pesar de presentar algunas fisuras debido a mal procedimiento constructivo y las formaletas a la hora de la construcción, presenta frente de carbonatación en algunas partes del elemento alrededor del acero a la vista, lo que indica que en estas partes el acero se encuentra expuesto a corrosión.					
Recomendación					
Hacer mejoramiento en las partes afectadas y Generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.					

Fuente: Autores 2016

Continuación tabla 34

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

 1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	17

 CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA


 Fuente: Autores 2016

 SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR
--------------------------	--

 2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaleas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

 Continuación tabla 34

 3. PATOLOGIAS

Ficha N°	18	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo		Químico		
	Material		Concreto		
	Lugar		Viga longitudinal interna		
	Características				
Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.					
Ensayo					
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.					
Análisis					
Presenta desgaste considerable en la capa superficial del elemento, no existe acero de refuerzo a la vista, Muestra color rosáceo en la parte superficial, lo que indica que no existe frente de carbonatación en una pequeña área, pero alrededor del acero que se encuentra a la vista si existe frente de carbonatación.					
Observación					
La viga se encuentra en buen estado, a pesar de presentar algunas fisuras debido a mal procedimiento constructivo y las formaletas a la hora de la construcción, indica una línea de color rosáceo al extremo del acero que se encuentra expuesto. Esto muestra que solo en esa línea no existe frente de carbonatación, pero que alrededor del acero ya está avanzado y se evidencia la corrosión del acero presente en la superficie.					
Recomendación					
Hacer mejoramiento en las partes afectadas y Generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción, se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada.					
Continuación tabla 34					
PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA					
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA					

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	19

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA	
Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaletas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	20	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros
-----------------	----	-------	------------	---------	---------------------------

		Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo	Químico
	Material	Concreto
	Lugar	Viga longitudinal interna
	Características	
	Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.	
Ensayos		
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.		
Análisis		
No presenta desgaste en la capa superficial del elemento, no existe acero de refuerzo a la vista, Muestra color rosáceo en la parte superficial, lo que indica que no existe frente de carbonatación en su superficie y que su pH es básico.		
Observación		
La viga se encuentra en buen estado, no presenta agrietamiento ni ningún tipo de falla a considerar, no presenta frente de carbonatación.		
Recomendación		
Generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.		
Continuación tabla 34		
PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA		

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	21

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA


Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaleas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	22	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo	Químico		
		Material	Concreto		
		Lugar	Viga longitudinal interna		
		Características			
		Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.			
		Ensayos			
		Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.			
		Análisis			
		No presenta desgaste en la capa superficial del elemento, no existe acero de refuerzo a la vista, Muestra color rosáceo en la parte superficial, lo que indica que no existe frente de carbonatación en su superficie y que su pH es básico.			
		Observación			
		La viga se encuentra en buen estado, no presenta agrietamiento ni ningún tipo de falla a considerar, no presenta frente de carbonatación.			
		Recomendación			
		Generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.			
Continuación tabla 34					
PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA					
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA					

Fuente: Autores 2016

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	23

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaletas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	24	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros
-----------------	----	--------------	------------	----------------	---------------------------

		Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo	Químico
	Material	Concreto
	Lugar	Viga longitudinal externa
	Características	
	Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.	
Ensayos		
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.		
Análisis		
No presenta desgaste en la capa superficial del elemento, no existe acero de refuerzo a la vista, no muestra color rosáceo en la parte superficial, lo que indica que existe frente de carbonatación avanzado en su superficie.		
Observación		
La viga se encuentra en buen estado, presenta pocos agrietamientos debido a las formaletas y el proceso constructivo, pero ningún tipo de falla a considerar, presenta frente de carbonatación por las grandes exposiciones de Co2 en el ambiente.		
Recomendación		
Hacer mejoramiento en las partes afectadas, se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.		

Fuente: Autores 2016

Continuación tabla 34

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	25

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	
Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaletas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	26	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros
-----------------	----	--------------	------------	----------------	---------------------------

		Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo	Químico
	Material	Concreto
	Lugar	Viga longitudinal interna
	Características	
	Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.	
Ensayos		
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.		
Análisis		
No presenta desgaste en la capa superficial del elemento, no existe acero de refuerzo a la vista, muestra color rosáceo en la parte superficial, lo que indica que no existe frente de carbonatación avanzado en su superficie.		
Observación		
La viga se encuentra en buen estado, presenta pocos agrietamientos debido a las formaletas y el proceso constructivo, pero ningún tipo de falla a considerar, no presenta frente de carbonatación por lo que su acero de refuerzo no se encuentra expuesto a corrosión.		
Recomendación		
Hacer mejoramiento en las partes afectadas, y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.		

Continuación tabla 34

PRESENCIA DE CARBONATAACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	27

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	
Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaleas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	28	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
-----------------	----	-------	------------	---------	--

DESCRIPCION	Tipo de ensayo	Químico
 <p data-bbox="203 1087 447 1112">Fuente: Autores 2016</p>	Material	Concreto
	Lugar	Pila
	Características	
	Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.	
	Ensayos	
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.		
Análisis		
No presenta desgaste considerable en la capa superficial del elemento, no existe acero de refuerzo a la vista, muestra color rosáceo en la parte superficial, lo que indica que no existe frente de carbonatación avanzado en su superficie.		
Observación		
La pila se encuentra en buen estado, no se evidencia deterioro de la misma, presenta pocos agrietamientos debido a las formaletas y el proceso constructivo, pero ningún tipo de falla a considerar, no presenta frente de carbonatación por lo que su acero de refuerzo no se encuentra expuesto a corrosión.		
Recomendación		
Hacer mejoramiento en las partes afectadas, y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.		

Continuación tabla 34

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de La Gloria

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
-----	---------	-------	----------

Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	29
----------------	--	------------	----

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	BUENO, CON ALGUNAS FALLAS A CONSIDERAR
--------------------------	--

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	BUENO
Calidad del concreto	BUENO
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	BUENO

Observaciones: los elementos estructurales se encuentran en buen estado, solo con fisuras leves debido a las formaletas al momento de la construcción pero si n ningún daño mayor, algunos elementos se encuentran afectados por la humedad, otros presentan frente de carbonatación.

Continuación tabla 34

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	30	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo		Químico	



Fuente: Autores 2016

Material	Concreto
----------	----------

Lugar	Losa (parte 2 del tablero)
-------	----------------------------

Características

Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.

Ensayos

Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.

Análisis

Presenta desgaste considerable en la capa superficial del elemento, existe acero de refuerzo a la vista en algunas partes de la losa, indica frente de carbonatación, por lo que el acero que se encuentra a la vista muestra total corrosión.

Observación

La losa se encuentra en estado regular, se evidencia deterioro en algunas partes de la misma, presenta agrietamientos debido a las formaletas y existe infiltración de aguas residuales en algunos puntos, lo que podría ocasionar daños considerables si no se realiza ningún tipo de prevención, además de mostrar frente de carbonatación debido a la humedad y las exposiciones de Co_2 .

Recomendación

Hacer mejoramiento en las partes afectadas, para eliminar la infiltración presente en algunos puntos, además se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.

4.3.2.1 Descripción general

El puente de La Gloria es el segundo puente en estudio que se encuentra ubicado en el mismo corredor del puente de la sal y ambos pertenecen a la misma ruta de vía nacional. Es por

eso que se resalta la importancia de realizar el análisis de carbonatación e inspección de los elementos de dicho puente para verificar el estado en que se encuentran y evitar cualquier tipo de daño futuro que se pueda presentar y que termine ocasionando estancamientos en el flujo vehicular diario.

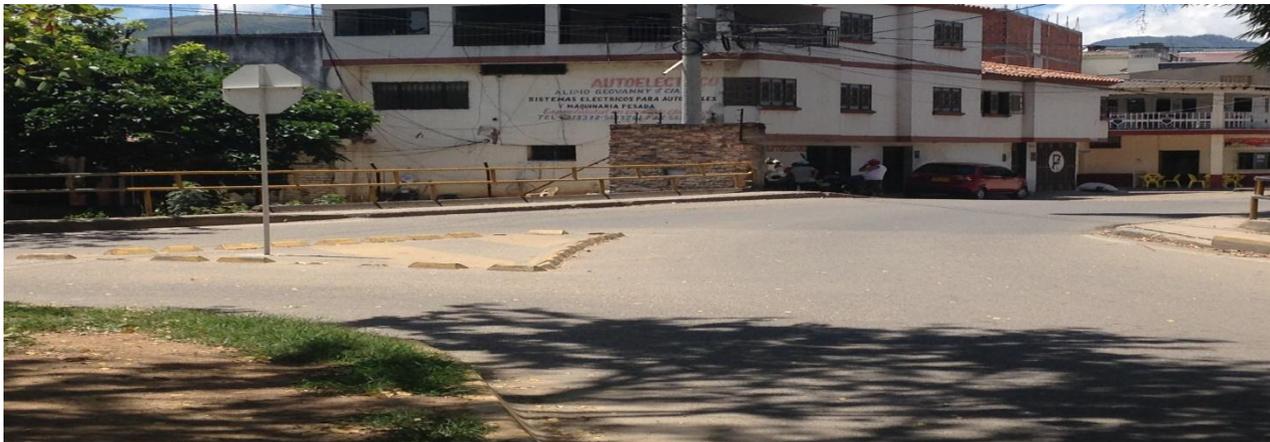
Según los resultados obtenidos al realizar una inspección visual detallada de los elementos que conforman el puente y de ejecutar el ensayo con fenolftaleína para comprobar el frente de carbonatación de cada uno de ellos, observamos que este puente se encuentra en un buen estado, con algunas fallas puestas en consideración, como humedad, descascaramientos, hormigueos y fisuras que se encuentran presentes en todos los elementos. Estos deterioros se hallan debido al desgaste que presenta por el tiempo y a las condiciones ambientales expuestas diariamente.

Presenta mínima corrosión del acero de refuerzo en algunos puntos de los elementos, humedad y agrietamientos en unas partes de la losa superior, las vigas externas presentan alto frente de carbonatación a lo largo de ellas, mientras que las demás solo en algunas partes donde se encuentran más deterioradas, las columnas y pila no presentan frente de carbonatación y se mantienen en buen estado, sin ningún tipo de daño de severidad alta.

Para continuar con el buen estado que ha presentado el puente hasta el momento, es importante plantear un plan para generar mantenimientos rutinarios con el fin de que se siga garantizando el funcionamiento y alargar su vida útil para evitar cualquier tipo de daño más grave y de mayor inversión por no tomar medidas de prevención a tiempo por parte de las autoridades encargadas.

4.3.3 Ensayo de carbonatación puente Primero de Mayo

Tabla 35. Presencia de carbonatación puente Primero de Mayo, Fichas 31 - 40

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA			
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA			
PUENTE VEHICULAR: Puente de Primero de Mayo			
Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	31
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA			
			
Fuente: Autores 2016			
SUPERESTRUCTURA			
Estado del puente	REGULAR, ESTRUCTURA CON MUCHO TETERIORO		
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA			
Fisuras en estribos	SI		
Fisuras en vigas	SI		
Fisuras en columnas	NO		
fisuras en barandas	NO		
Calidad del acero	REGULAR		
Calidad del concreto	REGULAR		
Frente de carbonatación	SI		
Calificación general de la estructura	REGULAR		
Observaciones: el puente se encuentra en un estado regular, es evidente la corrosión del acero en todos sus elementos, presentan puchas fallas, existe alto frente de carbonatación.			
Continuación tabla 35			
3. PATOLOGIAS			
Ficha N°	32	Fecha	26/08/2016
		Elaboró	Luis Hernando ballesteros

		Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION	Tipo de ensayo	Químico
	Material	Concreto
	Lugar	Losa
	Características	
	Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.	
Ensayos		
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.		
Análisis		
Presenta gran deterioro en la capa superficial del elemento, existe acero de refuerzo a la vista en algunas partes de la losa y corrosión del mismo, indica frente de carbonatación avanzado.		
Observación		
La losa se encuentra en estado regular, se evidencia deterioro en algunas partes de la misma, presenta agrietamientos y pérdida del concreto de recubrimiento, el acero que se encuentra expuesto está en total corrosión, además de mostrar frente de carbonatación debido a la humedad y las exposiciones de Co2.		
Recomendación		
Hacer mejoramiento en las partes afectadas, además se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada, mejorar el acero expuesto y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.		
Continuación tabla 35		
PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA		
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA		
PUENTE VEHICULAR: Puente de primero de mayo		

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	33

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR, ESTRUCTURA CON MUCHO TETERIORO
2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA	
Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: el puente se encuentra en un estado regular, es evidente la corrosión del acero en todos sus elementos, presentan puchas fallas, existe alto frente de carbonatación.

Continuación tabla 35

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	34	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
-----------------	----	-------	------------	---------	--

DESCRIPCION	Tipo de ensayo	Químico	
	Material	Concreto	
	Lugar	Viga longitudinal	
	Características		
	Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.		
Ensayos			
Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.			
Análisis			
Presenta desgaste considerable en la capa superficial del elemento, existe acero de refuerzo a la vista en algunas y corrosión del mismo, indica frente de carbonatación a lo largo del elemento.			
Observación			
La viga se encuentra en estado regular, se evidencia deterioro en algunas partes de la misma, presenta agrietamientos debido a las formaletas y existe infiltración en algunos puntos, lo que podría ocasionar daños considerables si no se realiza ningún tipo de prevención, además de mostrar frente de carbonatación debido a la humedad y las exposiciones de Co2			
Recomendación			
Hacer mejoramiento en las partes afectadas, para eliminar la infiltración presente en algunos puntos, además se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.			
Continuación tabla 35			
PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA			
1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA			
PUENTE VEHICULAR: Puente de primero de mayo			
Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°

Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	35
----------------	--	------------	----

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR, ESTRUCTURA CON MUCHO TETERIORO
--------------------------	---

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: el puente se encuentra en un estado regular, es evidente la corrosión del acero en todos sus elementos, presentan puchas fallas, existe alto frente de carbonatación.

Continuación tabla 35

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	36	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo		Químico	



Fuente: Autores 2016

Material Concreto

Lugar Viga longitudinal externa

Características

Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.

Ensayos

Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.

Análisis

No existe acero de refuerzo a la vista, no indica frente de carbonatación, presenta desgastes superficiales debido al tiempo, pero ningún daño de severidad alta a tener en cuenta a diferencia de los demás elementos del puente que se encuentran deteriorados

Observación

La viga se encuentra en buen estado, es uno de los pocos elementos del puente que no presentan daños graves como acero expuesto ni corrosión del mismo. Indica color rosáceo, lo que evidencia que no existe frente de carbonatación, por lo que se deduce que el acero de refuerzo no se encuentra amenazado por efectos corrosivos.

Recomendación

Generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.

Continuación tabla 35

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de primero de mayo

Uso

Elaboró

Fecha

ficha N°

Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	37
----------------	--	------------	----

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente	REGULAR, ESTRUCTURA CON MUCHO TETERIORO
--------------------------	---

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: el puente se encuentra en un estado regular, es evidente la corrosión del acero en todos sus elementos, presentan puchas fallas, existe alto frente de carbonatación.

Continuación tabla 35

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	38	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
	DESCRIPCION		Tipo de ensayo		Químico



Fuente: Autores 2016

Material	Concreto
----------	----------

Lugar	Viga longitudinal
-------	-------------------

Características

Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.

Ensayos

Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.

Análisis

La viga se encuentra deteriorada, presenta demasiado desgaste superficial, el acero que se encuentra expuesto muestra un grado alto de corrosión, se evidencia alto frente de carbonatación,

Observación

La viga se encuentra en mal estado, existe infiltración y por lo tanto presenta humedad, el acero que se encuentra expuesto presenta alto grado de corrosión, muestra deterioro a lo largo de su sección y exhibe alto índice de carbonatación.

Recomendación

Hacer mejoramiento en las partes afectadas, para eliminar la infiltración presente en algunos puntos, además se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.

Continuación tabla 35

PRESENCIA DE CARBONATACION DE LA ESTRUCTURA

1. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

PUENTE VEHICULAR: Puente de primero de mayo

Uso	Elaboró	Fecha	ficha N°
-----	---------	-------	----------

Público	Luis Hernando Ballesteros Yuneiry Ortiz	26/08/2016	39
----------------	--	------------	----

CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Autores 2016

SUPERESTRUCTURA

Estado del puente REGULAR, ESTRUCTURA CON MUCHO TETERIORO

2. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRCUTURA

Fisuras en estribos	SI
Fisuras en vigas	SI
Fisuras en columnas	NO
fisuras en barandas	NO
Calidad del acero	REGULAR
Calidad del concreto	REGULAR
Frente de carbonatación	SI
Calificación general de la estructura	REGULAR

Observaciones: el puente se encuentra en un estado regular, es evidente la corrosión del acero en todos sus elementos, presentan puchas fallas, existe alto frente de carbonatación.

Continuación tabla 35

3. PATOLOGIAS

Ficha N°	40	Fecha	26/08/2016	Elaboró	Luis Hernando ballesteros Yuneiry Ortiz
DESCRIPCION		Tipo de ensayo		Químico	



Fuente: Autores 2016

Material	Concreto
----------	----------

Lugar	Riostra
-------	---------

Características

Se realiza una inspección visual como primera medida para deducir el frente de carbonatación y comprobar el estado de la estructura.

Ensayos

Ensayo con fenolftaleína, inspección visual.

Análisis

La riostra se encuentra deteriorada, presenta descascaramiento en toda su sección, acero de refuerzo a la vista. Presenta alto frente de carbonatación, lo que indica que el acero expuesto presenta problemas de corrosión

Observación

El mal estado de la viga es notable, presenta alto índice de carbonatación, lo que indica que su acero de refuerzo se encuentra expuesto a problemas de corrosión.

Recomendación

Hacer mejoramiento en las partes afectadas, además se recomienda el uso de mortero estructural para proteger el área carbonatada y generar mantenimientos rutinarios para evitar el deterioro de la estructura aplicando adecuadamente las normas de la construcción.

Continuación tabla 35

4.3.3.1 Descripción general

El puente de Primero De Mayo es el tercer y último puente en estudio, del cual se le realiza el mismo análisis para verificar el estado de todos sus elementos estructurales a través de su evaluación patológica y comprobar la presencia de carbonatación en cada uno de ellos y así poder

generar recomendaciones con el fin de mantener el servicio de dicho puente y evitar que sufra algún daño considerable a futuro.

Según los resultados obtenidos al realizar una inspección visual detallada de los elementos estructurales que conforman el puente y de ejecutar el ensayo con fenolftaleína para comprobar el frente de carbonatación de cada uno de ellos, observamos que este puente se encuentra en un estado regular, debido a que presenta múltiples fallas, como humedad, descascaramientos, hormigueos y fisuras. Estos deterioros se hallan debido al desgaste que presenta por el tiempo y a las condiciones ambientales expuestas diariamente.

Presenta corrosión del acero de refuerzo en algunos puntos de los elementos, humedad y agrietamientos en unas partes de la losa superior, las vigas longitudinales y riostras presentan alto frente de carbonatación en toda su sección, además de pérdida del concreto de recubrimiento, mientras que las vigas externas no mostraron amenaza química.

Para asegurar el buen estado del puente, es importante diseñar un plan, con el cual se puedan generar mantenimientos rutinarios con el fin de hacer mejoras en sus elementos y evitar que su estructura continúe deteriorándose, y así garantizar la seguridad y funcionamiento diariamente.

4.4 Ensayo de Esclerometria

Consiste en un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio.

Una vez identificados los elementos estructurales de cada puente se procedió a realizar los estudios respectivos. Se prosiguió a hacer una escarificación en cada elemento estructural, en un área de 15 cm x 15 cm aproximadamente, a una altura de 1 m del suelo, permitiendo eliminar las capas de estuco y pañete, que se encontraban ubicadas delante del concreto. Después se dibujó una cuadrícula de 10 cm x 10 cm, dividida en 16 recuadros donde se ejecutaron los 16 golpes en cada una de las intersecciones, con un esclerómetro marca james instrumentos INC, modelo M-250, obteniendo de esta forma datos variados de resistencia, los cuales se anexaron en el formato correspondiente a este ensayo (figura 50), ordenados de menor a mayor, y despreciando los 3 primeros y los 3 últimos datos, para luego determinar un valor promedio, denominado media recortada; para después finalizar con obtener las respectivas resistencias en MPa y PSI con la ayuda de la gráfica según la posición en la que se encontraba en esclerómetro (figura 51).

El ensayo se efectuó oprimiendo el percutor contra cada sección del elemento seleccionado en el puente, hasta que el martillo, impulsado por un resorte, se descargara sobre el percutor. Después del golpe, el martillo reboto a una cierta distancia, la cual nos indicó la lectura de la posición de la aguja, la cual representa la medida del retroceso en porcentaje del avance del martillo.

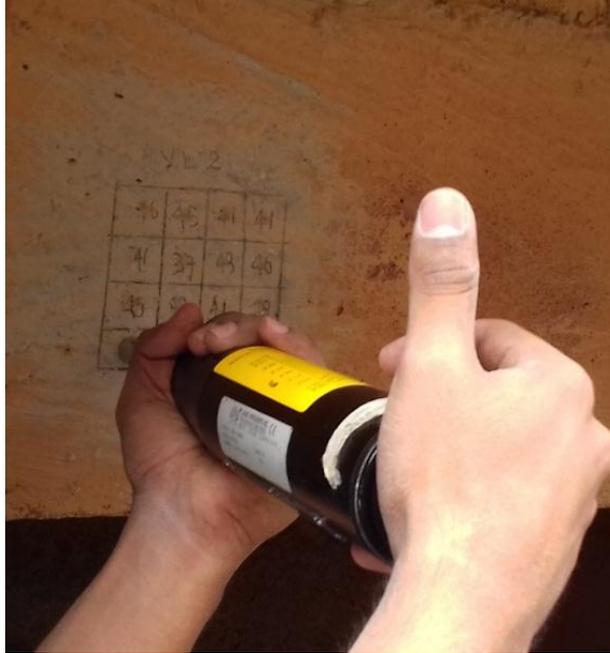


Figura 50. Realización ensayo de esclerometria. Fuente. Autores 2016

En la Figura 51, se observa la cuadrícula dibujada sobre la viga longitudinal de uno de los puentes en estudio y los golpes realizados en las intersecciones de cada sección, para obtener el valor de media recortada.

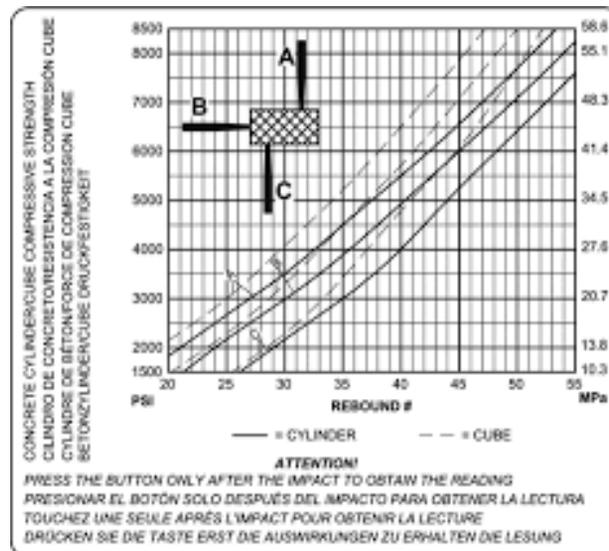


Figura 51. Grafica para la obtención de resistencia en el ensayo de esclerometria. Fuente: Esclerómetro james instrumentos INC, modelo M-250.

4.4.1. Ensayo de Esclerometría en el Puente de la Sal

Lecturas	Rebotes						
	Columna 1	Columna 2	Losa der	Loza izq	Viga tv 1	Viga long 1	Viga long 2
1	33	29	39	39	24	41	32
2	36	29	45	40	25	41	36
3	36	30	46	41	26	42	37
4	37	30	46	42	28	42	38
5	37	30	47	44	32	43	41
6	37	30	47	44	33	43	41
7	38	31	47	44	33	43	41
8	39	31	47	44	33	44	41
9	39	32	47	44	35	45	41
10	39	32	48	45	37	46	42
11	39	32	48	45	42	46	43
12	39	33	49	45	42	46	45
13	40	33	49	45	42	50	45
14	41	35	49	46	43	50	45
15	42	35	50	48	46	51	46
16	47	36	53	52	46	53	46
Media Recortada	38,4	31,4	47,5	44,2	35,7	44,8	41,8
f'c (Mpa)	32,68	22,33	39,58	35,27	27,5	41,3	36,99
f'c (PSI)	4750	3250	5750	5125	4000	6000	5375

Figura 52. Datos obtenidos del ensayo de esclerometría en el puente de La Sal. Fuente: Autores 2016

De la Figura 52 se puede observar que el cálculo de la media recortada en cada uno de los elementos estructurales del puente de La Sal, oscila entre el 31,4 y el 47,5; los cuales al ser homologados con los establecidos en el esclerómetro; se encontraron valores de resistencia en PSI en un rango de 3250 y 6000 respectivamente. Estos valores son aproximados y dependen del operador.

4.4.2. Ensayo de Esclerometría en el Puente de La Gloria

Lecturas	Rebotes							
	Viga long. Ext. Der	Viga long. Ext. Izq	Viga long. 1	Viga long. 2	Viga long. 3	Viga long. 4	Viga long. 5	Viga long. 6
1	43	22	36	37	32	35	37	39
2	44	23	40	39	32	36	38	40
3	46	24	42	39	33	37	38	41
4	46	24	42	40	35	38	39	42
5	47	25	43	41	36	38	39	42
6	47	25	43	42	37	38	39	44
7	48	28	44	43	37	40	40	45
8	48	28	45	44	37	40	40	45
9	49	29	46	46	38	40	40	46
10	50	30	46	46	38	40	40	47
11	50	31	48	46	40	41	40	47
12	50	32	51	46	40	42	40	47
13	50	32	51	47	42	42	40	47
14	53	34	52	49	42	42	41	47
15	53	40	52	50	42	43	41	49
16	53	42	53	54	50	43	42	53
Media Recortada	48,5	28,4	45,9	44,1	38	39,9	39,7	45,2
f_c (Mpa)	46,48	18,93	43,03	40,44	31,82	33,97	33,97	43
f_c (PSI)	6750	2750	6250	5875	4625	4937	4937,5	6240

Figura 53. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de La Gloria (parte 1). Fuente: Autores 2016

Lecturas	Rebotes							
	Viga long. 7	Pia 1	Pila 2	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Losa derecha	Losa izquierda
1	47	28	33	33	32	40	47	49
2	50	33	33	37	33	41	48	51
3	50	35	34	37	36	41	48	51
4	50	35	35	37	37	42	49	52
5	50	35	36	38	37	43	49	52
6	50	36	36	38	38	43	50	54
7	51	36	37	38	39	45	50	54
8	52	37	37	39	39	45	51	55
9	52	37	37	39	39	46	51	55
10	52	38	37	40	39	46	51	55
11	52	38	38	40	40	47	52	56
12	52	43	39	40	40	49	55	56
13	53	45	39	40	40	49	55	56
14	53	48	42	40	40	50	55	57
15	54	49	42	42	41	50	56	58
16	56	50	44	46	46	53	56	59
Media Recortada	51,4	38	37,1	38,9	38,8	45,5	51,3	54,5
f'c (Mpa)	51,65	31,82	30,09	32,68	32,68	43,03	46,48	51,65
f'c (PSI)	7500	4625	4375	4759	4750	6250	6750	7500

Figura 54. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de La Gloria (parte 2. Fuente: Autores 2016

De la Figura se puede observar que el cálculo de la media recortada en cada uno de los elementos estructurales del puente de La Gloria, oscila entre el 37,1 y el 54,5; los cuales al ser homologados con los establecidos en el esclerómetro; se encontraron valores de resistencia en PSI en un rango de 4375 y 7500 respectivamente. Estos valores son aproximados y dependen del operador.

4.4.3. Ensayo de Esclerometría en el Puente de Primero de Mayo

Lecturas	Rebotes						
	Viga long 1	Viga long 2	Viga long 3	Viga tv 1	Viga tv 2	Losa	Estrubos
1	42	48	33	35	42	60	46
2	49	42	37	40	47	55	39
3	52	44	51	40	42	57	50
4	53	52	39	40	37	54	50
5	41	45	41	35	37	53	44
6	49	43	42	38	41	52	46
7	51	43	36	34	39	54	41
8	39	40	36	30	40	57	44
9	48	39	49	37	36	55	53
10	45	40	38	39	38	62	51
11	40	44	36	38	39	53	38
12	36	40	43	37	40	50	36
13	49	40	34	38	34	62	49
14	50	38	48	39	39	59	53
15	42	46	41	36	39	57	43
16	52	47	38	35	36	53	41
Media Recortada	45,1	42,6	39,4	36,6	38,1	55,2	45,2
f'c (Mpa)	41,3	36,99	33,54	29,23	30,95	55,1	41,3
f'c (PSI)	6000	5375	4875	4250	4500	8250	6000

Figura 55. Datos obtenidos del ensayo de esclerometria en el puente de Primero de Mayo. Fuente: Autores 2016

De la Figura se puede observar que el cálculo de la media recortada en cada uno de los elementos estructurales del puente del Primero de Mayo, oscila entre el 36,6 y el 55,2; los cuales al ser homologados con los establecidos en el esclerómetro; se encontraron valores de resistencia en PSI en un rango de 4250 y 8250 respectivamente. Estos valores son aproximados y dependen del operador.

4.5 Ensayo de Ultrasonido

Para realizar el ensayo de ultrasonido se tuvo que determinar como primera medida la forma de ubicación de los transductores en el elemento, la cual podría ser de forma directa, semi-directa e indirecta, tal como lo establece la norma técnica colombiana NTC 4325 “Método de ensayo para la determinación de la velocidad de pulso ultrasónico a través del concreto”. Para nuestro caso solo fue necesaria la utilización de las formas directa e indirecta debido a la ubicación de los elementos en cada uno de los puentes las cuales se explican a continuación:

Forma directa:

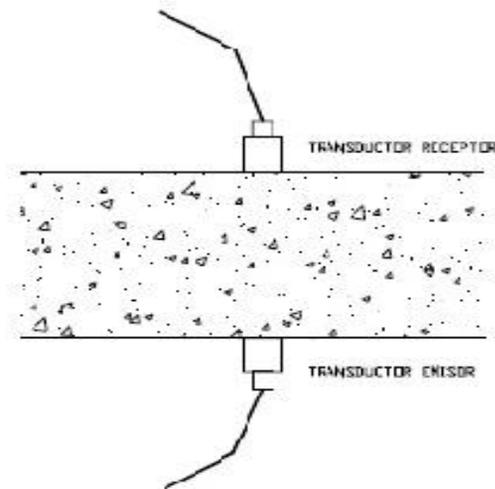


Figura 56. Forma de ubicación directa de los transductores. Fuente NTC 4325

En la figura 56, se observa la ubicación de los transductores de forma directa, en la cual su longitud de camino es la distancia que existe entre cada transductor situado de forma opuesta sobre el elemento de estudio. Es la forma de ubicación que arroja resultados más precisos.

Forma indirecta:

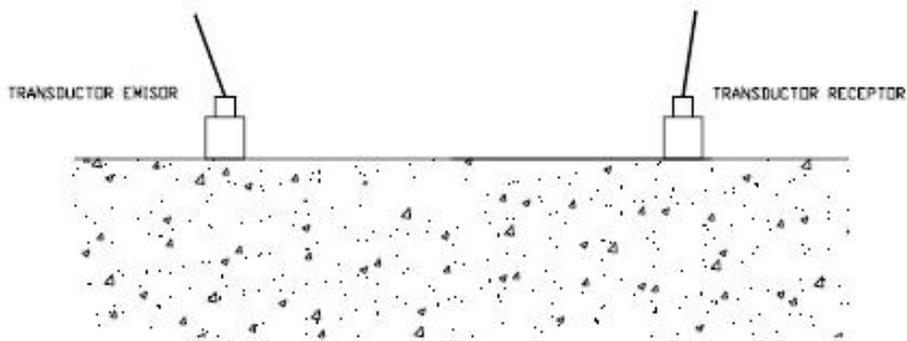


Figura 57. Forma de ubicación indirecta de los transductores. Fuente: NTC 4325

En la figura 57, se observa el tipo de posición de los transductores conocido como forma indirecta, siendo este el de más incertidumbre con respecto a la longitud exacta de la trayectoria de transmisión, debido al tamaño importante de las zonas de contacto entre los transductores y el hormigón.

Una vez establecida la posición para elaborar el ensayo, se prosiguió a eliminar todo tipo de imperfección presente en el elemento a ensayar, tratando de dejar una superficie totalmente lisa; luego se colocó una capa delgada de pasta térmica en el emisor y el receptor del ultrasonido marca CONTROLS, modelo 58-E0048 y se hizo contacto contra el elemento en la posición seleccionada, obteniendo un valor de tiempo adecuado. En los elementos donde la posición utilizada fue la indirecta, se tomaron datos cada 200 mm, ubicando el emisor en el primer punto, siendo este fijo y el receptor fue cambiando de posición hasta obtener varias lecturas de tiempo.

4.5.1 Ensayo de Ultrasonido Puente de La Sal

Para realizar el ensayo de ultrasonido en el puente de la sal, primero se identificaron cada uno de los elementos a evaluar para poder determinar la posición de los transductores en cada elemento y poder tomar registro de la longitud y tiempo de recorrido.

En el siguiente cuadro se muestran los datos de separación y tiempo obtenidos del ensayo de ultrasonido en cada elemento del puente de la sal utilizando el método de ubicación directa.

Tabla 36. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión directa puente de la sal.

ENSAYO DE ULTRASONIDO			
PUENTE DE LA SAL			
Transmisión directa			
Elemento	Registro	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)
COLUMNA 1	1	300	166.58
COLUMNA 2	2	300	100.33
VIGA LONG. 1	3	300	274.75
VIGA TRANSV.	4	200	200.93

Fuente: Autores 2016

Los elementos del puente a los cuales se le aplico el ensayo utilizando la transmisión indirecta se registran de manera individual para poder generar un análisis de cada uno de sus resultados.

Tabla 37. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión indirecta puente de la sal.

ENSAYO DE ULTRASONIDO		
PUENTE DE LA SAL		
Elemento: Losa		
Transmisión indirecta		
Registro	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)
1	200	338.2
2	400	594.5
3	600	N.R
4	800	N.R

Fuente: Autores 2016

En la tabla 37 se muestran los valores de separación y tiempo registrados por el ultrasonido empleando la transmisión indirecta en la losa del puente de la sal. Observando que en dos de los registros no se pudo obtener datos de tiempo en las longitudes mayores, debido a que el concreto presentaba mucha porosidad, grietas y superficies rugosas.

Los valores registrados por el elemento, se trazaron en una gráfica que muestra la relación separación vs tiempo para determinar de esta manera que tan permitido es tomar valores promedios de separación y tiempo para calcular la velocidad.

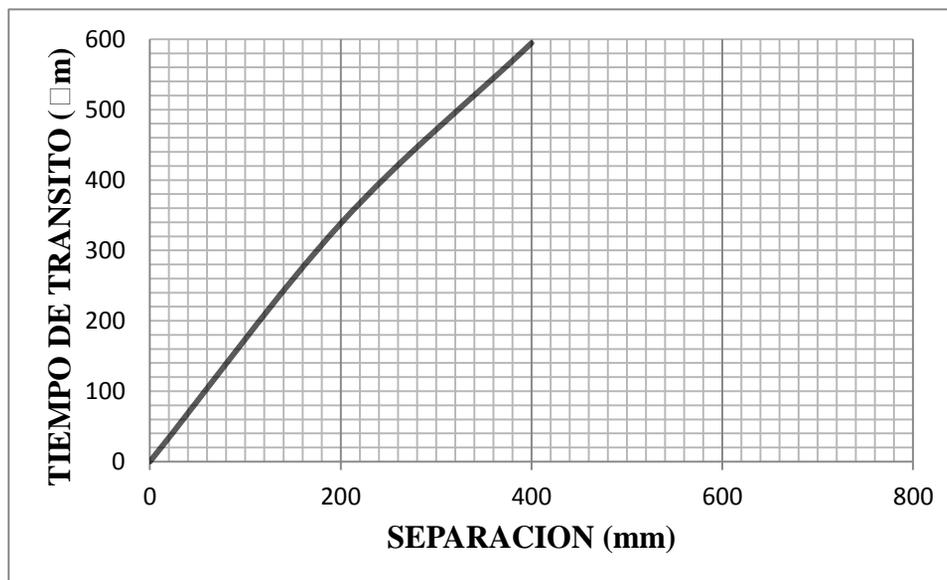


Figura 58. Determinar la velocidad de pulso de la losa en el puente de la sal. Fuente: Autores 2016

En la figura 58 se observan los valores obtenidos al realizar el ensayo de ultrasonido de manera indirecta en la losa del puente de la sal, lo que permitió determinar que aunque la tendencia de la línea es recta, no cuenta con la cantidad de datos suficientes para calcular la velocidad como el valor medio del pulso.

Tabla 38. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando transmisión indirecta puente de la sal.

ENSAYO DE ULTRASONIDO		
PUENTE DE LA SAL		
VIGA LONGITUDINAL 2		
Transmisión indirecta		
Registro	separación (mm)	Tiempo de tránsito (μ m)
1	200	365.5
2	400	N.R
3	600	N.R
4	800	N.R

Fuente: Autores 2016

En la tabla 38 se muestran los valores de separación y tiempo registrados por el ultrasonido empleando la transmisión indirecta en la viga longitudinal del puente de la sal. En donde sólo se obtuvo lectura de tiempo a 200 mm, y las lecturas de 400, 600 y 800 mm, no fueron captadas por el

equipo, debido a que la onda ultrasónica no alcanzó a cumplir el trayecto desde el emisor al receptor, por tal motivo este valor no es considerado para el cálculo de velocidad, puesto que este elemento presenta variaciones en su parte interna que crean incertidumbre y no permite el normal paso de la onda ultrasónica.

Los valores registrados por el elemento, se trazaron en una gráfica que muestra la relación separación vs tiempo para determinar de esta manera que tan permitido es tomar valores promedios de separación y tiempo para calcular la velocidad.

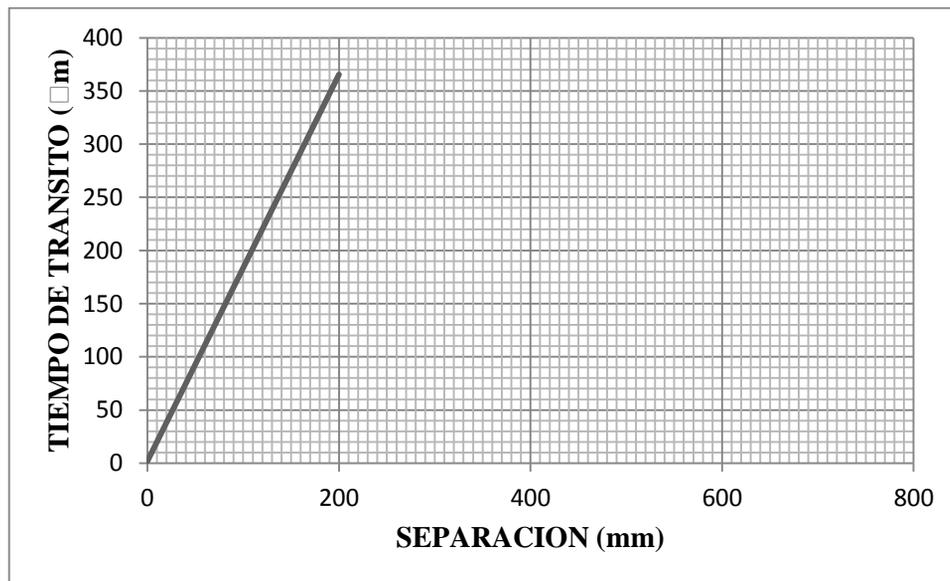


Figura 59. Determinar la velocidad de pulso de la viga longitudinal en el puente de la sal. Fuente: Autores 2016

En la figura 59 se muestran los valores registrados por el equipo en la viga longitudinal del puente de la sal, dando como registro únicamente el valor de tiempo de transmisión para la separación de 200 mm, por tal motivo no se cuentan con los registros suficientes para hallar la velocidad de pulso del elemento.

Debido a que en los elementos estructurales del puente de la sal, a los cuales se les aplicó el método de transmisión indirecta no registran la totalidad de datos suficientes para determinar la velocidad de pulso que se genera en cada uno de éstos, no se tendrán en cuenta para realizar el ensayo de ultrasonido.

Una vez determinados los registros de tiempo de tránsito y separación de los elementos estructurales a los cuales se les aplicó el método de transmisión directa, se utilizó la ecuación 1 para determinar por medio de ésta los valores de velocidad d pulso correspondientes a cada elemento.

Ecuación 1.

$$velocida = \frac{separación}{tiempo\ de\ transito}$$

Tabla 39. Resultados de velocidad en cada elemento del puente de la sal.

ENSAYO DE ULTRASONIDO				
PUENTE DE LA SAL				
Elemento	Posición	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (µm)	Velocidad (Km/Seg)
COLUMNA 1	Directa	300	166.58	1.80
COLUMNA 2	Directa	300	100.33	2.99
VIGA LONG. 1	Directa	300	274.75	1.09
VIGA TRANSV.	Directa	200	200.93	1,00
LOSA	Indirecta		NO APLICA	
VIGA LONG.	Indirecta		NO APLICA	

Fuente: Autores 2016

En la tabla 39 se muestran los valores de velocidad utilizando el ensayo de ultrasonido para cada uno de los elementos estructurales del puente de la sal, siendo el valor mínimo de 1.00 km/seg y el valor máximo de 2.99 km/seg.

Debido a que los valores de velocidad de pulso registrados en los elementos del puente de la sal fueron bajos y unos no se pudieron registrar, concluimos que existieron muchos factores, los cuales influenciaron en las mediciones y no nos permitieron hallar datos considerables con el fin de tomar un valor empírico entre la velocidad de pulso y el módulo de elasticidad estático como se ilustra en la NTC 4325. Dichos factores que interrumpen de manera generalizada el ensayo son el contenido de humedad, presencia de vacíos y ejes de barras de refuerzo paralelas a la dirección de propagación, es por tal motivo que se registraron valores de tiempo de tránsito altos indicando que la trayectoria de la propagación en la sección del elemento es interrumpida.

4.5.2 Ensayo de Ultrasonido Puente de La Gloria

Para realizar el ensayo de ultrasonido en el puente de la gloria, primero se identificaron cada uno de los elementos a evaluar para poder determinar la posición de los transductores en cada elemento y poder tomar registro de la longitud y tiempo de recorrido.

En el siguiente cuadro se muestran los datos de separación y tiempo obtenidos del ensayo de ultrasonido en cada elemento del puente de la sal utilizando el método de ubicación directa.

Tabla 40. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión directa puente de la gloria.

ENSAYO DE ULTRASONIDO			
PUENTE DE LA GLORIA			
Transmisión directa			
Elemento	Registro	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)
VIGA LONG. 1	1	300	199.80
VIGA LONG. 2	2	400	282.53
VIGA LONG. 3	3	400	152.9
VIGA LONG. 4	4	400	340.15
VIGA LONG. 5	5	400	413.75
VIGA LONG. 6	6	400	225.23
COLUMNA	7	400	107.65

Fuente: Autores 2016

Existen 5 elementos a los cuales se les aplico el ensayo de ultrasonido por medio de la transmisión indirecta

Tabla 41. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión indirecta puente de la Gloria

ELEMENTO	SEPARACIÓN (mm)				TIEMPO DE TRÁNSITO (μm)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
VIGA LONG. EXT.	200	400	600	800	111.3	242.2	315.1	491
PILA	200	400	600	800	109.8	530.7	N.R	N.R
LOSA (lado izquierdo)	200	400	600	800	81.3	190.5	108.4	108.2
LOSA (lado derecho)	200	400	600	800	105.2	240.2	417.8	774.6

Fuente: Autores 2016

En la tabla 41, se muestran los valores obtenidos de separación y tiempo de tránsito en los elementos estructurales del puente de la gloria, donde se realizó el ensayo de ultrasonido de forma indirecta, observando que en solo uno de los casos no se pudo obtener registro de tiempo en las longitudes mayores, debido a que el concreto presentaba mucha porosidad, grietas y superficies rugosas.

Los valores registrados por cada elemento, se trazaron en una gráfica que muestra la relación separación vs tiempo para determinar de esta manera que tan permitido es tomar valores promedios de separación y tiempo para calcular la velocidad.

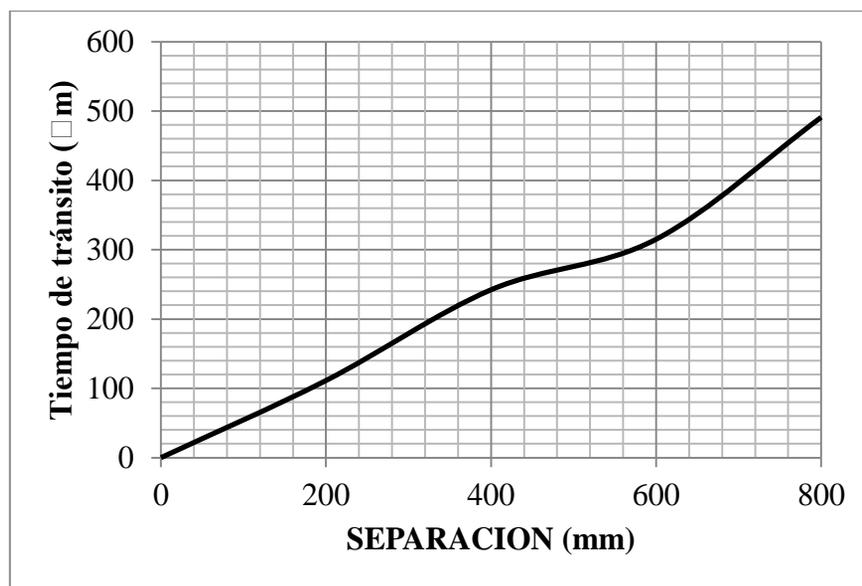


Figura 60. Determinar la velocidad de pulso de la viga longitudinal externa en el puente de la gloria. Fuente: Autores. 2016

En la figura 60, se observan los valores obtenidos al realizar la ensayo de ultrasonido de manera indirecta en la viga longitudinal de la parte externa del puente de la gloria, lo que permitió determinar que como la tendencia es una línea recta, la velocidad se calcula como el valor medio de pulso a lo largo de la línea elegida en la superficie del hormigón. El cambio de pendiente dentro de la gráfica es mínimo, por tal motivo se deduce que la presencia de vacíos es poca dentro de la sección del elemento.

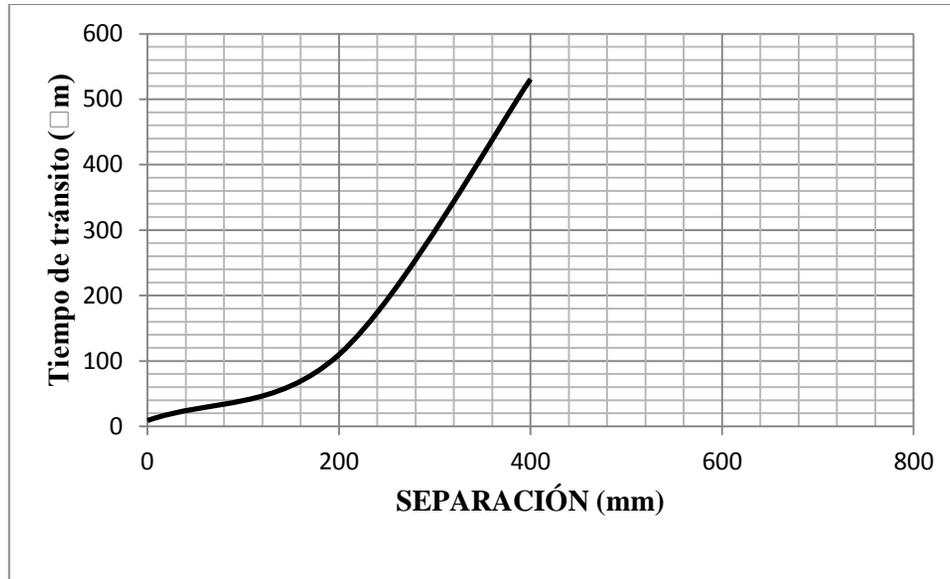


Figura 61. Determinar la velocidad de pulso de la pila en el puente de la gloria. Fuente: Autores 2016

En la figura 61, se muestra los datos registrados de la pila del puente de la gloria, en donde sólo se obtuvo lectura de tiempo a 200 y a 400 mm, y las lecturas de 600 y 800 mm, no fueron captadas por el equipo, debido a que la onda ultrasónica no alcanzó a cumplir el trayecto desde el emisor al receptor, por lo tanto este valor no es considerado para el cálculo de velocidad, ya que el elemento estructural presenta variaciones en su parte interna que no permite el normal paso de la onda ultrasónica.

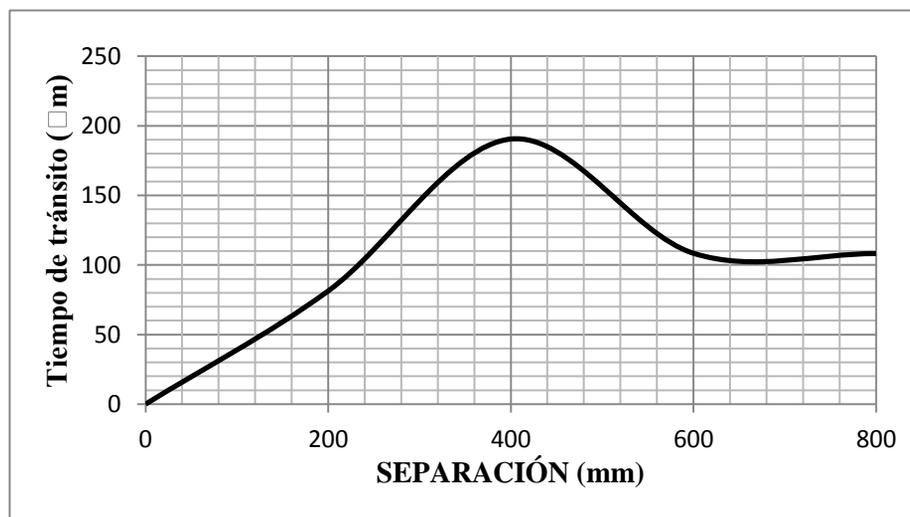


Figura 62. Determinar la velocidad de pulso de la losa en su lado izquierdo en el puente de la gloria. Fuente: Autores 2016

En la figura 62 se muestran los datos registrados en la parte izquierda de la losa del puente de la gloria, a pesar de que el equipo captó todos los registros de tiempo de tránsito para cada una de las separaciones planteadas, se nota cambios bruscos de pendientes dentro de la gráfica, lo cual indica que hay la posibilidad de que existan fisuras al interior del elemento, vacíos importantes o presencia de agua por concretos porosos, por lo tanto no podemos considerar un valor promedio de las velocidades, porque no tuvimos en cuenta la relación de vacíos para determinar la resistencia, es decir que no se va considerar el ensayo de ultrasonido en éste elemento.

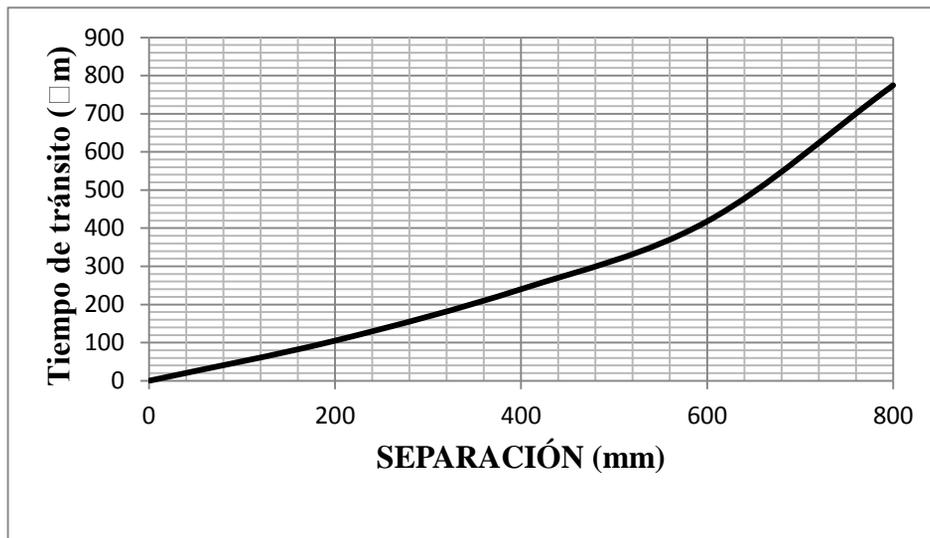


Figura 63. Determinar la velocidad de pulso de la losa en su lado derecho en puente de la gloria. Fuente: Autores 2016

En la figura 63, se observan los valores obtenidos al realizar el ensayo de ultrasonido de manera indirecta en el lado derecho de la losa del puente de la gloria, lo que permitió determinar que como la tendencia es una línea recta, la velocidad se calcula como el valor medio de pulso a lo largo de la línea elegida en la superficie del hormigón. El cambio de pendiente dentro de la gráfica es mínimo, por tal motivo se deduce que la presencia de vacíos es poca dentro de la sección del elemento.

Una vez determinados los registros de tiempo de tránsito y separación de los elementos estructurales a los cuales se les aplicó el método de transmisión directa e indirecta, se utilizó la ecuación 1 para determinar por medio de ésta los valores de velocidad de pulso correspondientes a cada elemento.

Tabla 42. Resultados de velocidad en cada elemento del puente de la gloria.

ENSAYO DE ULTRASONIDO				
PUENTE DE LA GLORIA				
Elemento	Posición	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)	Velocidad (Km/Seg)
VIGA LONG. 1	Directa	300	199.80	1.50
VIGA LONG. 2	Directa	400	282.53	1.42
VIGA LONG. 3	Directa	400	152.9	2.62
VIGA LONG. 4	Directa	400	340.15	1.18
VIGA LONG. 5	Directa	400	413.75	0.97
VIGA LONG. 6	Directa	400	225.23	1.78
COLUMNA	Directa	400	107.65	3.72
VIGA LONG. EXT.	Indirecta			0.88
PILA	Indirecta		NO APLICA	
LOSA (lado izquierdo)	Indirecta		NO APLICA	
LOSA (lado derecho)	Indirecta			1.79

Fuente: Autores 2016

En la tabla 42 se muestran los valores de velocidad utilizando el ensayo de ultrasonido para cada uno de los elementos estructurales del puente de la gloria, siendo el valor mínimo de 0.88 km/seg y el valor máximo de 3.72 km/seg.

Se evidencia que al igual que el puente de la sal, los registros de velocidad del puente de la gloria son muy bajos y por tal motivo no se pueden tener en cuenta para calcular valores empíricos entre la velocidad de pulso y el módulo de elasticidad estático. Estos datos se ven influenciado por factores como contenido de humedad, presencia de vacíos etc. Que al momento de realizar el ensayo de ultrasonido, interrumpen el tránsito de la onda de propagación, arrojando valores de tiempo altos.

4.5.3 Ensayo de Ultrasonido Puente de Primero de Mayo

Para realizar el ensayo de ultrasonido en el puente de la gloria, primero se identificaron cada uno de los elementos a evaluar para poder determinar la posición de los transductores en cada elemento y poder tomar registro de la longitud y tiempo de recorrido.

En el siguiente cuadro se muestran los datos de separación y tiempo obtenidos del ensayo de ultrasonido en cada elemento del puente de la sal utilizando el método de ubicación directa.

Tabla 43. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión directa puente de primero de mayo

ENSAYO DE ULTRASONIDO			
PUENTE DE PRIMERO DE MAYO			
Transmisión directa			
Elemento	Registro	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)
VIGA LONG. 1	1	400	170.40
VIGA LONG. 2	2	400	180.7
VIGA LONG. 3	3	400	154.8
VIGA TRANSV.1	4	400	158.6
VIGA TRANSV.2	5	400	160.3

Fuente: Autores. 2016

Los registros generados de tiempo de transito del ensayo de ultrasonido en la losa del puente fueron tomados utilizando la transmisión indirecta y se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 44. Valores de separación y tiempo de trayectoria empleando la transmisión indirecta puente de primero de mayo.

ENSAYO DE ULTRASONIDO		
PUENTE DE PRIMERO DE MAYO		
LOSA		
Transmisión indirecta		
Registro	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)
1	200	124. 6
2	400	382.5
3	600	N.R
4	800	N.R

Fuente: Autores 2016

En la tabla 44, se muestran los valores obtenidos de separación y tiempo de tránsito en la losa del puente de primero de mayo, donde se realizó el ensayo de ultrasonido de forma indirecta. Observando que en dos de los registros no se pudo obtener datos de tiempo en las longitudes mayores, debido a que el concreto presentaba mucha porosidad, grietas y superficies rugosas.

Los valores registrados por el elemento, se trazaron en una gráfica que muestra la relación separación vs tiempo para determinar de esta manera que tan permitido es tomar valores promedios de separación y tiempo para calcular la velocidad.

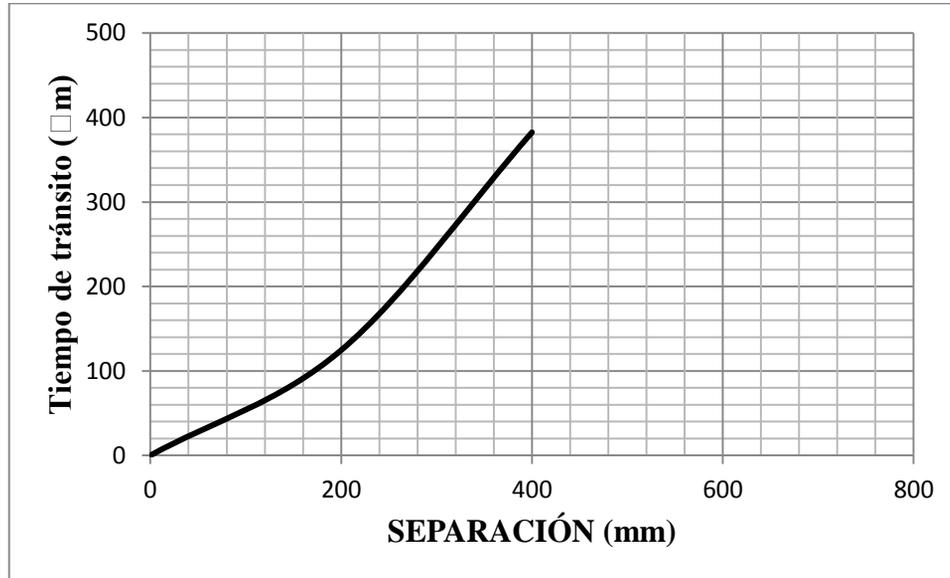


Figura 64. Determinar la velocidad de pulso de la losa en puente de primero de mayo. Fuente: Autores 2016

En la figura 64, se muestran los datos registrados de la losa del puente de primero de mayo, en donde sólo se obtuvo lectura de tiempo a 200 y a 400 mm, y las lecturas de 600 y 800 mm, no fueron captadas por el equipo, debido a que la onda ultrasónica no alcanzó a cumplir el trayecto desde el emisor al receptor, por lo tanto este valor no es considerado para el cálculo de velocidad, ya que el elemento estructural presenta variaciones en su parte interna que no permite el normal paso de la onda ultrasónica.

Una vez determinados los registros de tiempo de tránsito y separación de los elementos estructurales a los cuales se les aplicó el método de transmisión directa e indirecta, se utilizó la ecuación 1 para determinar por medio de ésta los valores de velocidad de pulso correspondientes a cada elemento.

Tabla 45. Resultados de velocidad en cada elemento del puente de primero de mayo.

ENSAYO DE ULTRASONIDO				
PUENTE DE PRIMERO DE MAYO				
Transmisión directa				
Elemento	Registro	Separación (mm)	Tiempo de tránsito (μm)	Velocidad (Km/Seg)
VIGA LONG. 1	1	400	170.40	2.35
VIGA LONG. 2	2	400	180.7	2.21
VIGA LONG. 3	3	400	154.8	2.58
VIGA TRANSV.1	4	400	158.6	2.52
VIGA TRANSV.2	5	400	160.3	2.50
LOSA	6		NO APLICA	

Fuente: Autores 2016

En la tabla 45 se muestran los valores de velocidad utilizando el ensayo de ultrasonido para cada uno de los elementos estructurales del puente de primero de mayo, siendo el valor mínimo de 2.21 km/seg y el valor máximo de 2.58 km/seg.

Los elementos del puente de primero de mayo también proyectaron valores de velocidad de pulso bajos, por lo cual tampoco se tendrán en cuenta para determinar un valor empírico entre velocidad de pulso y el módulo de elasticidad estático como lo indica la NTC 4325. La causa por la que la estructura arroja éstos valores tan bajos es que dentro de ella existen imperfecciones, las cuales generan que al momento de realizar el ensayo de ultrasonido, el tiempo de tránsito de la onda que viaja desde el transductor emisor hasta el receptor sea relativamente alto. Dichas imperfecciones están relacionadas con el contenido de humedad, presencia de vacíos y ejes de barras de refuerzo paralelas a la dirección de propagación, los cuales ocurren al momento de no aplicar buenas técnicas de construcción y también al deterioro y falta de mantenimiento de la estructura con el transcurso del tiempo.

Conclusiones

El desarrollo de ésta investigación ha permitido identificar las patologías presentes en cada uno de los puentes en estudio, dato que nos permite conocer detalladamente las condiciones físicas de las estructuras. Realizando la metodología propuesta, se logró localizar los daños que afectan los puentes y que podrían influenciar en su funcionamiento, seguridad y estabilidad a futuro.

Los resultados observados se consideran importantes, ya que servirían como base para realizar propuestas de intervención futuras para el mejoramiento de los puentes.

El puente de La Gloria se podría considerar que desde su construcción hasta su puesta en funcionamiento se encuentra en buen estado, tan solo con algunas fallas mínimas presenciadas debido a las condiciones climáticas que se expone diariamente, mientras que los puentes de Primero de Mayo y de La Sal se encuentran en un estado regular, presentan más deterioro en sus elementos y se evidencian fallas con severidades altas, las cuales podrían ocasionar daños futuros graves si no son intervenidas a tiempo.

La presencia de carbonatación en los puentes está directamente relacionada a las emisiones de dióxido de carbono y la humedad relativa del terreno, por tal razón se evidencia que los elementos que se encuentran con alto frente de carbonatación y corrosión en el acero de refuerzo, son aquellos que están más expuestos a estas emisiones y a los contenidos de humedad.

La carbonatación es un agente que ataca todas las estructuras de concreto reforzado, y aunque se han realizado diferentes investigaciones al respecto, son muy pocas o nulas las técnicas que se utilizan para mitigar este efecto que se produce en el concreto desde el momento de la construcción y que avanza progresivamente con el paso del tiempo.

Los ensayos no destructivos son técnicas que se pueden aplicar con el fin de conocer las propiedades físicas y mecánicas de las estructuras en concreto reforzado sin necesidad de manipular el interior de los elementos.

La realización de esta investigación está basada en la evaluación de puentes a través de ensayos no destructivos, con el fin de conocer las características presentes en cada uno de ellos y determinar qué tan seguro es aplicar estas técnicas sin necesidad de realizar ensayos que destruyan partes del puente.

La confiabilidad de los ensayos no destructivos siempre va a ser menor que los ensayos destructivos y pueden crear incertidumbre en el análisis de sus resultados, pero se pueden utilizar como base para ser complementados y así elaborar correlaciones entre los dos métodos para conocer con más certeza las propiedades de las estructuras.

El ensayo de ultrasonido es un método bastante útil para conocer las características internas de los elementos como es la presencia de vacíos.

Para conocer las propiedades mecánicas de una estructura, no basta solo con la aplicación de ensayos no destructivos como el esclerómetro, debido a que los datos de resistencia arrojados por éste pueden variar y depende de muchos factores; por tal motivo debe complementarse con ensayos no destructivos como el extractor de núcleo, siempre y cuando se pueda aplicar en la estructura, para obtener resultados más certeros y confiables.

Los estudios realizados en este proyecto servirán como bases para crear análisis con mayor efectividad por medio de pruebas destructivas, como son la prueba de núcleos y resistencia a la compresión y poder definir el estado real de los puentes.

Recomendaciones

Es importante la realización de mantenimientos rutinarios para garantizar que los elementos del puente se mantengan en buenas condiciones y así poder evitar daños severos a futuro.

Realizar análisis de emisiones de dióxido de carbono en varios puntos de la ciudad, para obtener datos que permitan conocer que tan afectadas están las estructuras en concreto reforzado en el proceso de carbonatación.

En los elementos que se encontró alto frente de carbonatación es recomendable el uso de mortero estructural para proteger sus áreas carbonatadas y evita que se produzca corrosión en los acero de refuerzo.

A la hora de determinar la resistencia del concreto en cualquier tipo de elemento estructural es recomendable realizar los ensayos mediante la extracción de núcleo y toma de muestras en general, ya que obvia muchos datos necesarios que podrían modificar las recomendaciones técnicas expuestas en este documento.

Debido a que la ciudad carece de estudios referentes a la evaluación de puentes, se resalta la importancia de continuar este tipo de investigación a fondo relacionados con el tema en mención utilizando otros métodos.

Referencias

- Alcaldía de Ocaña. (9 de febrero de 2014). *Ocaña-norte de Santander*. Obtenido de http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml#geografia
- Bonilla Castro, E., Hurtado Prieto J, & Jaramillo Herrera, C. (2009). La investigación. En *Aproximaciones a la construcción del conocimiento científico*. Colombia: Alfaomega.
- Bunge, J., & Magallanes, D. (2011). *Ensayos no destructivos*. Buenos Aires: Tensarissiat.
- Campos, D. J. (diciembre de 2014). *Repositorios Universidad Católica*. Obtenido de <http://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1677>
- Carrión Viramontes, F., Lomelí González, M., Quintana Rodríguez, J., & Martínez Madrid, M. (2003). *La evaluación no destructiva de materiales estructurales y puentes*. Sanfandila: publicación técnica no. 231.
- Céspedes García, M. (2003). *Resistencia a la comprensión del concreto a partir de la velocidad de*. Perú: Universidad de Piura Perú.
- Claudio. (11 de diciembre de 2014). [Http://historiaybiografias.com/](http://historiaybiografias.com/). Obtenido de <http://historiaybiografias.com/puentes/>
- Concreto. Durabilidad de estructuras de concreto. (2007). En *Norma Técnica Colombiana NTC 5551* (pág. 24). Colombia: Icontec.
- Criado García, F., & Torres Felizzola, H. D. (17 de julio de 2014). *Repositorio UFPso*. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/189>
- Cruz, R., Quintero, L., Espinosa, E., & Galán, C. (2014). *Evaluación de ensayos no destructivos para identificar deterioro en puentes de concreto*. Medellín.
- Falcon Suarez, C. I. (2014). Fenolftaleína. *Laboratorista Químico*, 110.
- Fernández Casado, C. (s.f.). *Asocreto.org.co*. Obtenido de http://www.asocreto.org.co/sitio2/index1.php?sec=12&id_cat=26&id_sub=29&opc=rev&edicion=1153
- Gauna, D., Rodríguez, E., & Flores, L. (2012). *Ensayos no destructivos*. Ciudad Ojeda.
- Jorba, J., & Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de evaluación continua*. Madrid: MEC.
- Muñoz, H. (2001). *Evaluación y diagnóstico patológico de las estructuras en concreto*. Bogotá: Asocreto.

- Ncrep*. (2011). Obtenido de <http://www.ncrep.pt/section.php?id=1495>
- Osorio, J. (2012). Carbonatación del concreto: ¿cómo detectarla? *Blog 360° en concreto*, 4.
- Parra Palacio, s., & Sedano Agudelo, G. A. (diciembre de 2011). *Repositorio pontificia universidad javeriana* . Obtenido de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/1764/1/parrapalaciosantiago2011.pdf>
- Pérez Porto , J., & Merino, M. (2012). Obtenido de definicion.de: <http://definicion.de/puente/>
- Perez, E. (1999). Epistemología de la evaluación cualitativa. *Revista de teoria y didactica*, 77-18.
- Rojas Reyes, R. (2010). *Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros a edades tempranas mediante el empleo del esclerómetro*. Tesis, universidad veracruzana, veracruz.
- Rojas Reyes, R. (2010). *Metodos de control no destructivos*. Veracruz.
- Sánchez de Guzmán, D. (2011). *Durabilidad y patologia del concreto (vol. 2)*. Bogota: asocreto.
- Serpa Iriarte, m. F., & Samper Pertuz, L. M. (2014). *Repositorio universidad de cartagena* . Obtenido de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/trabajo%20de%20grado.%20lina%20samper%20-%20mafe%20serpa.pdf>
- Villegas Moreno, a., & Quintero Areniz, K. L. (24 de mayo de 2013). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/ey4i-efjhlac/untitled-prezi/>
- (2004). Obtenido de euro physical acoustics sa: http://www.epandt.com/es/services_ut_es.html
- 360gradosenconcreto.com*. (1 de agosto de 2013). Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/hablemos-de-puentes-de-concreto-en-colombia/>

Apéndices

Apéndice B. Formato para la inspección visual puente La Gloria

FORMATO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE Puentes Y PORTONES

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DEL CONTRATO No. _____ DE _____

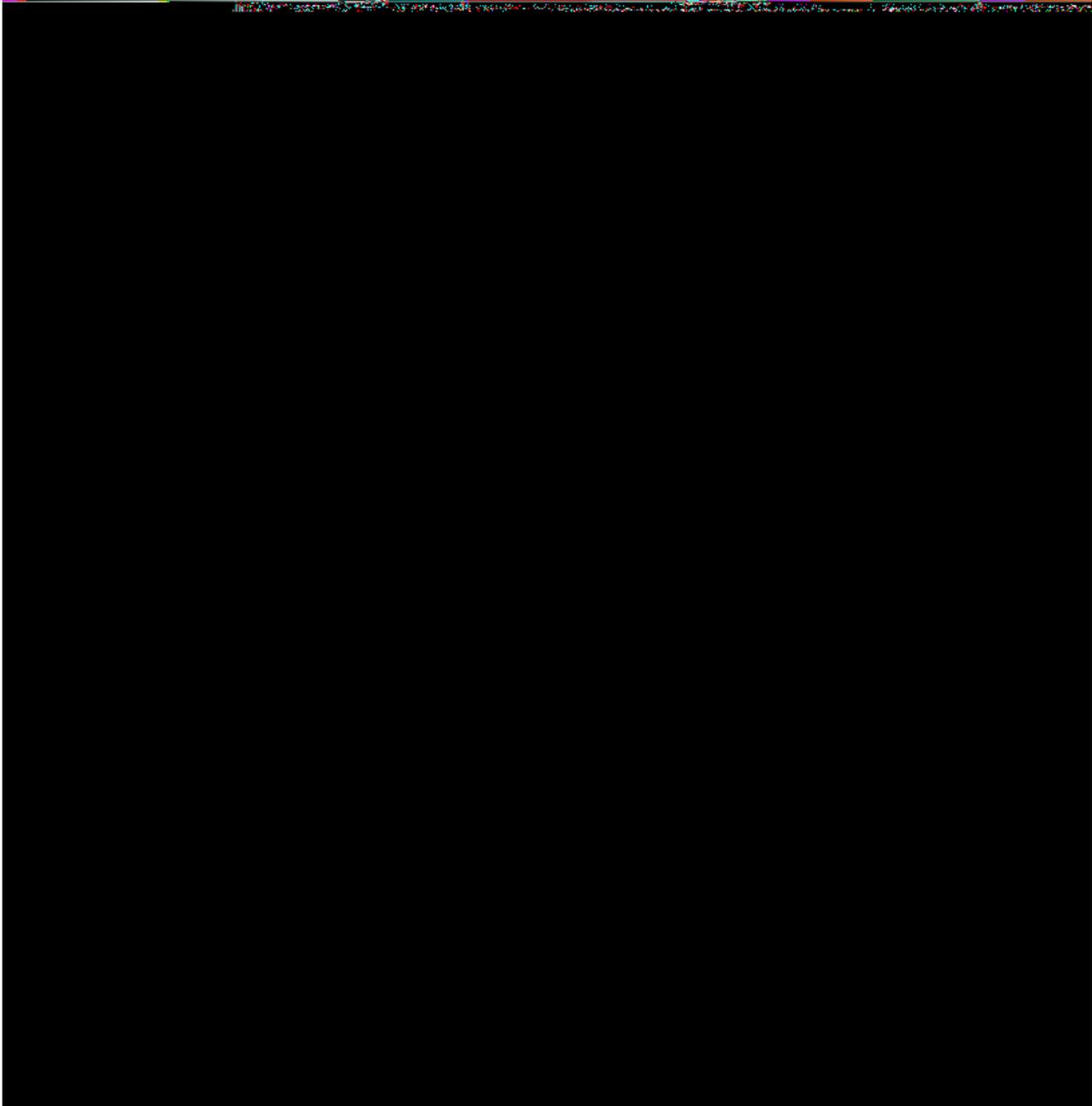
REGIONAL: [] LEVANTÓ: _____ FECHA: 22/08/2016 NOJA: [] DE: []

NOMBRE DE LA VÍA: _____ CÓDIGO DE LA VÍA: _____ VÍA EN CONSTRUCCIÓN: []

MANTENIMIENTO INTEGRAL: [] GRUPO ADJUVIAL: []

IN DEL PUENTE	219
NOMBRE DEL PUENTE	puente de la gloria
DIRECCIÓN QUE SALVA	
TIPO DE PUENTE (1)	

DIMENSIONES GENERALES	
LARGITUD TOTAL	IN DEL LINDERO
ANCHO	DEL LINDERO



Apéndice C. Formato para la inspección visual puente Primero de Mayo

FORMATO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE PUENTES Y PONTORES

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DEL CONTRATO No. _____

REGIONAL: LEVANTÓ: _____

FECHA: 05-05-2016 DE: 05-05-2016

COORDENADO DE LA VÍA: _____ VÍA EN CONSTRUCCIÓN:

MANUTENIMIENTO INTERNA: GRUPO ADJUNTO:

Nombre de la Vía: _____

No del puente			
Nombre del puente	PUENTE PRIMERO DE MAYO		
CONTROL QUE SALIA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	
Tipo de puente (1)	Longitud	Tensión	

RESUMEN GENERAL		LÍNEAS GENERALES	
LONGITUD TOTAL		No de líneas	
ANCHO		CALZADA	

ELEMENTO	REGISTRO DE DAÑOS				OBSERVACIONES
	Gras	Fisica	Químicos	Otros	
PROTECCIÓN DEL PUENTE Y ACCESOS	Para estos puentes en especial los de 7 y de 8 metros, se tomará en cuenta los tratamientos de pavimento				
Forma (1)					
CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN					
Forma (2)					
PROTECCIÓN ESTRUCTURAL					
Forma (3)					
Forma (4)					
Forma (5)					
ESTRUCTURA	Verificar el estado de deterioro de Armas y el deterioro de las juntas				
Forma (6)					
REVESTIMIENTO					
Forma (7)					
REVESTIMIENTO DE CONCRETO					
Forma (8)					
Forma (9)					
Forma (10)					
REVESTIMIENTO DE ACERO					
Forma (11)					
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO					
Forma (12)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (13)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (14)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (15)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (16)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (17)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (18)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (19)					
REVESTIMIENTO DE PUNTO					
Forma (20)					

Apéndice D. Artículo resultado del proyecto

Estudiantes de Ingeniería civil se destacan por su trabajo de grado

INVESTIGACIÓN DE LOS PRINCIPALES PUENTES DEL MUNICIPIO DE OCAÑA: DE LA SAL, LA GLORIA Y PRIMERO DE MAYO.

* Autores: Luis Hernando Ballesteros López y Yuneiry Ortiz Pérez, estudiantes de ingeniería civil de la universidad Francisco de Paula Santander, de último semestre que han realizado un importante trabajo de grado, para optar el título como profesionales en esta disciplina académica.

Esta investigación se ha destacado por el importante aporte que han hecho a la ciudad, gracias a la calidad de su contenido, la metodología aplicada y los resultados que se obtuvieron en su desarrollo.

En este significativo proyecto se realizaron ensayos no destructivos en algunos puentes del municipio, tales como el puente de La Sal, el puente de La Gloria y el puente de Primero de Mayo, donde se identificaron, localizaron y caracterizaron las condiciones en las que se encontraban cada uno de los puentes, evaluando el estado actual de sus elementos estructurales. Dicho trabajo estuvo dirigido por el especialista Ciro Alfonso Peñaranda Carrascal.

Este proyecto estuvo enmarcado por el papel fundamental que tienen los puentes dentro de la infraestructura vial del país, pues conectan las diferentes regiones y municipios. En el caso de estudio, los puentes de La Sal, La Gloria y Primero de mayo, los cuales son estructuras que suman mucho valor al municipio de Ocaña pues unen la parte norte de la ciudad con los municipios vecinos pertenecientes a los departamentos del Cesar y Norte de Santander, siendo los más cercanos los municipios de Rio de oro, Aguachica, Convención, Gonzales,

entre otros, así como comunicar los diferentes barrios dentro de la cabecera municipal.

Por tal razón, esta investigación tiene una gran significación dentro de la comunidad, pues teniendo en cuenta la importancia de estas estructuras, se suma el estudio de los mismos, conociendo el estado actual de los puentes, de los cuales se tuvo en cuenta la influencia del tiempo y de factores externos que de alguna forma van deteriorando y comprometiendo tanto el aspecto estético como estructural, perdiendo su capacidad de resistencia.

Para obtener dichos datos los estudiantes realizaron una inspección visual para verificar el estado de cada uno de ellos y luego ejecutaron la evaluación patológica de acuerdo a las especificaciones del Instituto Nacional de Vías, INVIAS, y posteriormente realizaron los ensayos de carbonatación, esclerómetro y ultrasonido.

La aplicación de esta metodología les dio como resultados a los investigadores que el puente de La Sal es uno de los puntos de acceso terrestre más importantes de la ciudad, pues a través de este corredor ingresan y salen gran cantidad de artículos de diferente tipo y naturaleza que contribuyen con el desarrollo económico de la ciudad, Por tal motivo y al ser el puente de la sal el único conector vial, debe garantizarse siempre el 100% de su funcionamiento y mantenerse en las mejores condiciones posibles, para evitar un estancamiento a causa de algún daño que se pueda presentar.

Según los resultados que obtuvieron aplicando los instrumentos de recolección de información, se determinó que los elementos que conforman el puente están en un estado alarmante y la falta de mantenimiento es precario, detectaron la corrosión del acero de refuerzo de algunos componentes estructurales, la humedad y mal uso de las aguas residuales que circulan a través de éstos. Para contrarrestar dicha situación los estudiantes sugirieron a las entidades encargadas diseñar un plan de carácter urgente para el mejoramiento de la estructura, aplicar monitoreos y mantenimientos rutinarios con el fin de que se siga garantizando el funcionamiento y alargar su vida útil y así evitar daños graves e inversiones más altas.



Foto 1. Puente La Sal. Autores: Luis Hernando Ballesteros y Yuneiry Ortiz

Por otra parte, el puente de La Gloria, el cual fue el segundo puente de estudio arrojó como resultado a través de la inspección visual detallada de los elementos que conforman el puente y de ejecutar el ensayo con fenolftaleína para comprobar el frente de carbonatación de cada uno de ellos, los estudiantes determinaron que este puente se encuentra en un buen estado, con algunas fallas puestas en consideración, como humedad, descascaramientos, hormigueos y fisuras que se encuentran presentes en todos los elementos. Estos deterioros se hallan debido al desgaste que presenta por el tiempo y a las condiciones ambientales expuestas diariamente. Igualmente presenta mínima corrosión del acero de

refuerzo en algunos puntos de los elementos, humedad y agrietamientos en unas partes de la losa superior, las vigas externas presentan alto frente de carbonatación a lo largo de ellas, mientras que las demás solo en algunas partes donde se encuentran más deterioradas, las columnas y pila no presentan frente de carbonatación y se mantienen en buen estado, sin ningún tipo de daño de severidad alta. Ante estos resultados los investigadores sugirieron desarrollar un plan para generar mantenimientos rutinarios con el fin de que se siga garantizando el funcionamiento y alargar su vida útil.

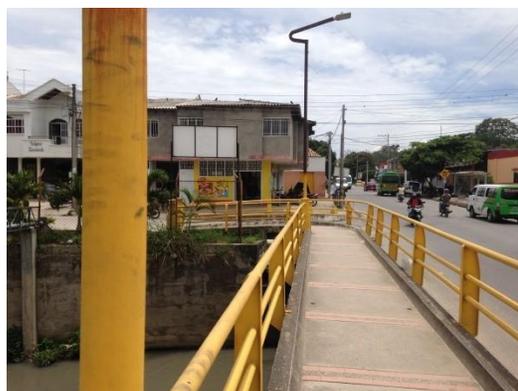


Foto 2. Puente la Gloria. Fuente: Luis Hernando Ballesteros y Yuneiry Ortiz

Para el tercer caso de estudio, el puente del Primero de Mayo, los resultados que obtuvieron los estudiantes de ingeniería civil fueron que dicho puente está en un estado crítico debido a que presenta múltiples fallas, como humedad, descascaramientos, hormigueos y fisuras. Estos deterioros se hallan debido al desgaste que presenta por el tiempo y a las condiciones ambientales externas. Así mismo, presenta corrosión del acero de refuerzo en algunos puntos de los elementos, humedad y agrietamientos en unas partes de la losa superior, las vigas longitudinales y riostras presentan alto frente de carbonatación en toda su sección, además de pérdida del concreto de recubrimiento, mientras que las vigas externas no mostraron amenaza química. Ante esta situación los investigadores surgieron a las autoridades locales que es de suma importancia

realizar un plan, con el cual se puedan generar mantenimientos rutinarios con el fin de hacer mejoras en sus elementos y evitar que su estructura continúe deteriorándose, y así garantizar la seguridad y su funcionamiento diariamente.

El desarrollo de la investigación realizada por los estudiantes Luis Hernando y Yureidy, es muy valiosa pues han identificado las patologías presentes en cada uno de los puentes de estudio, datos que permiten conocer detalladamente las condiciones físicas de las estructuras. Igualmente, lograron localizar los daños que afectan los puentes y que podrían influenciar en su funcionamiento, seguridad y estabilidad a futuro. Adicionalmente estos

resultados observados contribuyen y sirven como base para para realizar propuestas de intervención futuras para el mejoramiento de los puentes por parte de las entidades municipales encargadas.

Se hace necesario destacar el tipo de proyecto e iniciativas que tiene la universidad por medio de sus estudiantes promoviendo los trabajos que aporten al mejoramiento y desarrollo del municipio, a través de los conocimientos adquiridos en el alma mater, y cumpliendo con el objeto de esta institución de educación superior que busca ser el presente y estar en el futuro de Ocaña y la región.



Foto 3. Puente Primero de Mayo. Autores: Luis Hernando Ballesteros y Yuneiry Ortiz