

Estudio Patológico Puente Chipichape

Heisel Juliana Cárdenas Pulido

Jorge Armando Ocampo Medina

Universidad Santo Tomás Decanatura de división abierta y a distancia

Especialización en Patología de la Construcción

Director Olga Lucia Vanegas Alfonso

Bogotá, Colombia

2023

Estudio Patológico Puente Chipichape

Autores

Heisel Juliana Cárdenas Pulido

Jorge Armando Ocampo Medina

Trabajo para optar el título de Especialista en Patología de la Construcción

Director

Olga Lucia Vanegas Alfonso

Universidad Santo Tomás Decanatura de división abierta y a distancia

Facultad de ciencias y tecnologías

Especialización en Patología de la Construcción

Bogotá, Colombia

2023

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo realizar una evaluación patológica del Puente Chipichape, una estructura metálica histórica sobre la Av. 6a, Calle 36 en Cali, Colombia. Los objetivos fueron identificar la condición actual del puente, realizar análisis de laboratorio para evaluar el alcance de la patología, analizar los resultados y proponer medidas de intervención.

La metodología incluyó inspecciones visuales, pruebas no destructivas y análisis de suelos para evaluar los elementos estructurales, los materiales y la estabilidad del puente. El diagnóstico reveló daños significativos, incluyendo grietas, corrosión y desgaste, que representaban un riesgo para la integridad y la capacidad de carga de la estructura. Basado en los hallazgos, se desarrolló una propuesta de intervención integral. Esto incluyó el arenado para remover la pintura deteriorada y la corrosión, reemplazar elementos dañados, reforzar áreas debilitadas y aplicar recubrimientos protectores para prevenir futuras corrosiones. La propuesta también consideró reparaciones en los estribos del puente, abordando las grietas y mejorando el revestimiento.

El estudio concluyó que la intervención oportuna y el mantenimiento continuo son esenciales para preservar la integridad estructural del Puente Chipichape. Los hallazgos brindan información valiosa sobre la condición actual del puente y sirven como base para la toma de decisiones en términos de su reparación y mantenimiento. Este estudio contribuye al campo de la patología estructural y destaca la importancia de inspecciones periódicas y medidas proactivas para garantizar la seguridad y la longevidad de las estructuras metálicas históricas.

Abstract

This study aimed to conduct a pathological assessment of the Chipichape Bridge, a historic metallic structure over the Av. 6a, Calle 36 in Cali, Colombia. The objectives were to identify the current condition of the bridge, perform laboratory analyses to assess the extent of the pathology, analyze the results, and propose intervention measures.

The methodology included visual inspections, non-destructive testing, and soil analysis to evaluate the structural elements, materials, and stability of the bridge. The diagnosis revealed significant damage, including cracks, corrosion, and wear, which posed a risk to the integrity and load-bearing capacity of the structure. Based on the findings, a comprehensive intervention proposal was developed. This included sandblasting to remove deteriorated paint and corrosion, replacing damaged elements, reinforcing weakened areas, and applying protective coatings to prevent future corrosion. The proposal also considered repairs to the bridge's abutments, addressing cracks and improving the rendering.

The study concluded that timely intervention and ongoing maintenance are essential to preserve the structural integrity of the Chipichape Bridge. The findings provide valuable insights into the current condition of the bridge and serve as a basis for decision-making in terms of its repair and maintenance. This study contributes to the field of structural pathology and highlights the importance of periodic inspections and proactive measures to ensure the safety and longevity of historical metallic structures.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	11
2. Planteamiento del Problema.....	12
3. Justificación.....	14
4. Objetivos.....	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos Específicos.....	16
5. Antecedentes.....	17
6. Marco Referencial	23
6.1 Marco Geográfico	27
6.2 Marco Legal	31
6.3 Marco teórico	36
6.3.1 Puentes.....	36
6.3.2 Fallas más frecuentes en los puentes	39
6.3.4 Materiales empleados	42
6.3.5 Patologías de las estructuras metálicas	45
6.4 Marco Histórico.....	47
7. Alcances y Limitaciones	50
8. Metodología.....	51
8.1 Descripción de la Selección del Paciente	51
8.2 Preparación y Planteamiento del estudio	51
8.2.1 Inspección Preliminar del Paciente	51
8.2.2 Recopilación de Información Necesaria para el Estudio.....	52
8.3 Desarrollo de la metodología	53
8.3 Historia Clínica	72
8.3.1 Responsables del estudio.....	72
8.3.2 Fecha de Realización del Estudio	73
8.3.3 Datos generales del paciente	73
8.3.4 Datos de las lesiones.....	76
8.3.5 Descripción de la patología del paciente	78
8.3.6Clasificación y origen de la patología	79
8.3.7 Arquitectura.....	84
8.3.8 Estructura.....	86
8.3.9 Estudio de suelos	87
8.4 Diagnostico.....	88
8.4.1 Lesiones.....	88
8.4.2 Ensayos destructivo y no destructivo	89
9. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica	91

9.1 Tipo de suelo y sus características	91
9.2 Fallas geológicas	97
9.3 Historia de sismos en zona de estudio.....	100
9.4 Análisis Vulnerabilidad sísmica.....	104
9.5Matriz de Vulnerabilidad	112
10. Propuestas de Intervención.....	113
11. Diseño Metodológico.....	115
11.1 Enfoque metodológico	115
11.2 Tipo de Investigación	116
11.3 Fases	117
12. Presupuesto	119
13. Programación.....	122
14. Análisis de resultados	124
15.Recomendaciones	126
16. Conclusiones	128
16. Bibliografía	130
17. Anexos	132

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Modelos Computarizados</i>	17
Figura 2	<i>Corrosión en estructuras en los remaches</i>	18
Figura 3	<i>Corrosión en estructuras en los apoyos</i>	19
Figura 4	<i>Partes de una armadura</i>	20
Figura 5	<i>Mapa de Cali</i>	28
Figura 6	<i>Mapa Comunas Cali Valle del Cauca</i>	28
Figura 7	<i>Mapa comunas 2 de Cali, Valle del cauca</i>	29
Figura 8	<i>Mapa localización macro</i>	29
Figura 9	<i>Mapa localización micro</i>	30
Figura 10	<i>Puente Chipichape</i>	30
Figura 11	<i>Partes de un puente</i>	36
Figura 12	<i>Puentes viga</i>	37
Figura 13	<i>Puentes de arco</i>	37
Figura 14	<i>Puentes de armadura</i>	38
Figura 15	<i>Puentes colgantes</i>	38
Figura 16	<i>Puentes de Suspensión</i>	39
Figura 17	<i>Grietas y fisuras en los puentes</i>	40
Figura 18	<i>Desgaste de las juntas de expansión</i>	41
Figura 19	<i>Oxidación en estructuras metálicas</i>	42
Figura 20	<i>Clasificación de los metales</i>	42
Figura 21	<i>Propiedades de los metales</i>	44
Figura 22	<i>Corrosión en estructuras metálicas</i>	45
Figura 23	<i>Impactos y sobrecargas accidentales</i>	46
Figura 24	<i>Puente Chipichape en funcionamiento año 1942</i>	47
Figura 25	<i>Puente Chipichape actualidad</i>	48
Figura 26	<i>Planta Ficus lesión química organismos vegetal</i>	49
Figura 27	<i>Árbol Samán en el Puente Chipichape</i>	49
Figura 28	<i>Fichas de campo localización</i>	54
Figura 29	<i>Ficha de campo lesiones</i>	55
Figura 30	<i>Ficha de campo lesiones estructura metálica</i>	56
Figura 31	<i>Ficha de campo lesiones estribos</i>	57
Figura 32	<i>Ficha de campo elaboración de ensayo de suelos</i>	58
Figura 33	<i>Ficha de campo elaboración de ensayo de topografía</i>	59
Figura 34	<i>Ficha de campo elaboración de análisis de lesiones del tablero del puente</i> 60	
Figura 35	<i>Ficha de campo elaboración de ensayo analizando niveles</i>	61
Figura 36	<i>Levantamiento topográfico</i>	64
Figura 37	<i>Resultado ensayo ultrasonido espesor de láminas viga eje 3 del Puente Chipichape</i>	65

Figura 38	<i>Resultado ensayo ultrasonido espesor de láminas viga eje 1 del Puente Chipichape</i>	65
Figura 39	<i>Registro fotográfico ensayo ultrasonido al Puente Chipichape</i>	66
Figura 40	<i>Resultados de ensayo de tintas penetrantes</i>	67
Figura 41	<i>Ensayo de tintas penetrantes</i>	67
Figura 42	<i>Resultado ensayo de inspección visual</i>	68
Figura 43	<i>Resultados inspección visual lesiones en los ejes de la estructura</i>	69
Figura 44	<i>Análisis del ensayo de inspección visual</i>	69
Figura 45	<i>Informe estudio de suelos</i>	70
Figura 46	<i>Resultados sondeo 2 Estudio de suelos Puente Chipichape</i>	71
Figura 47	<i>Resultados sondeo 1 estudio de suelos</i>	71
Figura 48	<i>Resultados informe estudio de suelos por cargas</i>	72
Figura 49	<i>Corrosión en estructura metálica del puente</i>	76
Figura 50	<i>Nivel sobre la estructura metálica del puente</i>	76
Figura 51	<i>Vigas de la estructura</i>	77
Figura 52	<i>Puntos de acceso al puente</i>	78
Figura 53	<i>Corrosión de la estructura</i>	79
Figura 54	<i>Corrosión de vigas</i>	80
Figura 55	<i>Corrosión en remaches</i>	80
Figura 56	<i>Estado del espacio público del lugar</i>	81
Figura 57	<i>Agrietamiento en estribo izquierdo</i>	82
Figura 58	<i>Agrietamiento en estribo derecho</i>	82
Figura 59	<i>Presencia de organismos vegetales en los estribos</i>	83
Figura 60	<i>Presencia de organismos vegetales en la estructura</i>	83
Figura 61	<i>Iluminación en el sector</i>	84
Figura 62	<i>Señalización en el sector</i>	85
Figura 63	<i>Drenajes del lugar</i>	86
Figura 64	<i>Características del suelo puente ferroviario Chipichape</i>	92
Figura 65	<i>Carta de plasticidad</i>	93
Figura 66	<i>Valores de resistencia a compresión simple</i>	94
Figura 67	<i>Ubicación Macro</i>	97
Figura 68	<i>Mapa de amenaza por aceleraciones Cali Valle del Cauca</i>	98
Figura 69	<i>Mapa de microzonificación sísmica</i>	98
Figura 70	<i>Espectro aceleración de diseño</i>	101
Figura 71	<i>Espectro sísmico de puentes</i>	101
Figura 72	<i>Modelo tridimensional</i>	102
Figura 73	<i>Planta secciones del puente</i>	102
Figura 74	<i>Planta general Puente Chipichape</i>	103
Figura 75	<i>Detalles estructurales Puente Chipichape</i>	103
Figura 76	<i>Fichas vulnerabilidad sísmica</i>	107

Figura 77 <i>Matriz Vulnerabilidad sísmica</i>	112
Figura 78 <i>Presupuesto</i>	119
Figura 79 <i>Cronograma de intervención</i>	123

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Resumen y norma de puentes en Colombia desde la construcción del puente ferroviario hasta la actualidad</i>	32
Tabla 2 <i>Normatividad sísmica para la construcción de puentes</i>	33
Tabla 3 <i>Normas y códigos técnicos para la construcción de puentes en Colombia</i>	34
Tabla 4 <i>Normas que aplica al Puente Chipichape</i>	35

1. Introducción

En Santiago de Cali municipio del departamento del Valle del Cauca se encuentra una obra que ha sido catalogada como patrimonio cultural debido al impacto que generó en la región el transporte ferroviario en su época, de ahí que el puente de chipichape se considere un hito histórico para la ciudad; actualmente está siendo incluida dentro de las Mega obras de Metro Cali las cuales contempla 21 proyectos de infraestructura y adecuaciones viales por los que se darán corredores vehiculares como lo encontramos en la Calle 36 N con Avenidas 4N intersección con avenida 6B en Chipichape, este puente ha pasado por varios cambios a medida del tiempo pues presenta patologías en los materiales metálicos y no se ha considerado su demolición debido al componente histórico representativo para la ciudad.

Se ha considerado dentro de su estudio cada uno de los componentes estructurales, así como su entorno y su sistema constructivo de acuerdo con la época.

2. Planteamiento del Problema

Problema: Pregunta problema: ¿Cuáles son los factores que inciden en el deterioro de la estructura del puente chipichape en la Avenida Sexta Cl. 36 Nte Cali – Valle Del Cauca?

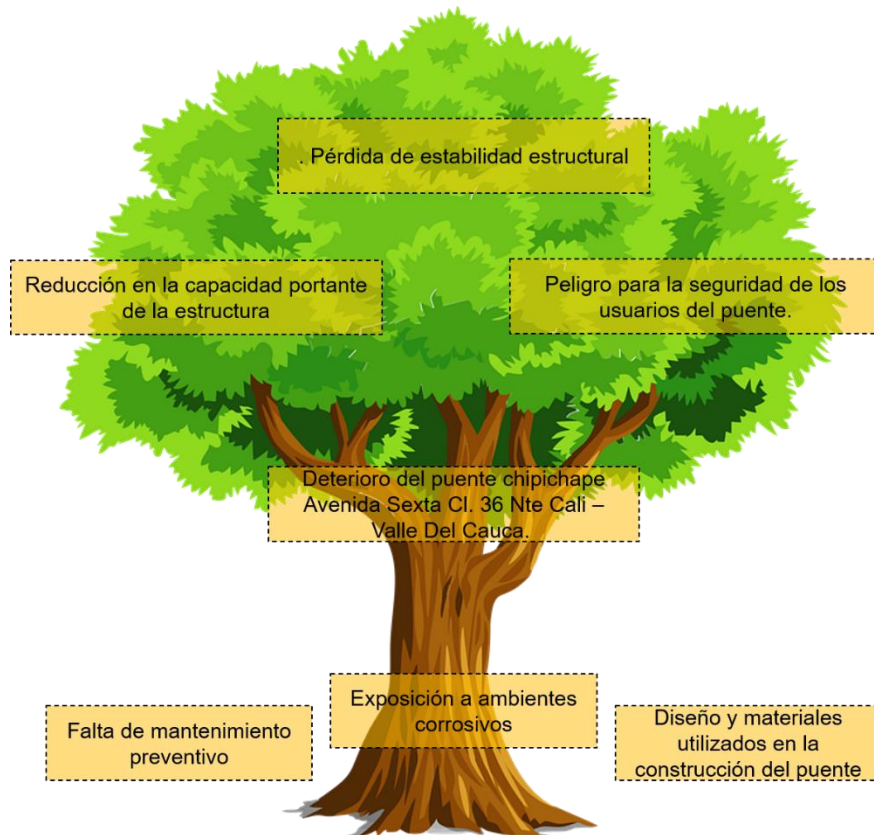
Para abordar esta pregunta, se llevará a cabo un estudio de patología que logrará la inspección visual del puente, la realización de pruebas no destructiva para evaluar la condición del material y la integridad estructural. Además, se investigarán factores externos, como el clima, la contaminación y el crecimiento urbano, que podrían estar contribuyendo al deterioro del puente.

El antiguo puente ferroviario de Chipichape, ubicado en la Avenida Sexta Cl. 36 Nte en Cali, Valle del Cauca, presenta signos de deterioro en su estructura metálica y componentes de concreto. Este deterioro pone en riesgo la integridad del puente y podría comprometer su funcionalidad y seguridad, así como su valor histórico y patrimonial. La identificación y comprensión de los factores que inciden en el deterioro de la estructura del puente son esenciales para abordar adecuadamente las patologías presentes y desarrollar estrategias de conservación y restauración adecuadas.

El estudio de las patologías del puente es fundamental para comprender las causas subyacentes de su deterioro y para desarrollar estrategias efectivas de conservación y restauración. El estudio se centrará en identificar los problemas patológicos que están afectando la estructura del puente, tales como la corrosión de los materiales, la fatiga y el desgaste de la estructura, el impacto del tráfico vehicular y las condiciones climáticas y ambientales. Al abordar estos factores, este estudio contribuirá a preservar el patrimonio

histórico y cultural de la ciudad de Cali ya garantizar la seguridad y funcionalidad de esta estructura icónica.

Árbol problema:



3. Justificación

Cali cuenta con 263 Bienes de Interés Cultural (BIC) .la mayoría de estos bienes muestran alto grado de abandono pues no se muestran, planes de mantenimiento o inversión(El País, 2022). El puente chipichape es un bien inmueble el cual fue catalogado como bien de interés cultural en el año 2016 encontrándose así categorizado como nivel de conservación tipo 2 según la (Ferrocarril del Pacifico, 2009). Este puente ha sido un hito representativo el cual ha influido en cuanto al desarrollo económico y social en la capital del departamento del Valle del Cauca este era el punto de entrada de las locomotoras a los talles de chipichape donde los reparaban estos mismos.

A medida del paso del tiempo el puente ha pasado por una serie de cambios debido a factores tanto naturales como artificiales ya que se evidencia el deterioro y lesiones que impactan en los materiales que comprenden esta estructura.

El antiguo puente ferroviario de Chipichape está incluido como una de las Mega obras de la ciudad de Cali(El País, 2021) La restauración y conservación del puente forma parte del proyecto que incluye la recuperación de varios espacios públicos y la construcción de nuevas infraestructuras para promover la movilidad sostenible y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

El puente ferroviario de Chipichape es una pieza clave de proyecto, ya que es un monumento histórico y cultural de la ciudad que será restaurado y adaptado para su uso como espacio público y turístico. Tiene un valor histórico y paisajístico importante y ha sido catalogado como Bien de Interés Cultural (BIC) con la categoría M1-67. Además, se

encuentra dentro del área de influencia del Parque de la Música y del Edificio Venezolano, y sus taludes laterales delimitan las zonas verdes aledañas, lo que genera un ambiente propicio para el disfrute de la naturaleza. La inclusión del puente en el proyecto del Parques Cali demuestra el compromiso de la ciudad de Cali con la conservación de su patrimonio y la promoción del desarrollo sostenible a través de la inversión en infraestructuras y espacios públicos de alta calidad. Actualmente se adelanta una intervención urbana llamada puente chipichape planteada por mega obras de Cali en donde su principal objetivo es la organización de la ciudad de tal manera conectar la Calle 36 y Avenida 4 para rematar de esta manera con la 7ma de esta manera es así como presentamos interés por el estudio patológico. En donde es necesario plantear la realización de estudios patológicos al puente ferroviario de Chipichape siendo importante para evaluar su estado actual de conservación, detectar posibles daños o deterioros en su estructura y definir las acciones necesarias para su mantenimiento y conservación.

Los estudios patológicos incluyen la identificación y medición de fisuras, grietas, deformaciones, corrosión y otros daños en la estructura del puente. También se analizan las propiedades mecánicas y físicas de los materiales utilizados en la construcción del puente, así como la calidad y resistencia de las uniones y anclajes. A partir de los resultados de estos estudios, se pueden definir las acciones necesarias para mantener la seguridad y estabilidad del puente, como el refuerzo de elementos estructurales, la sustitución de piezas dañadas, la aplicación de tratamientos anticorrosión, entre otros. Estos estudios patológicos son esenciales para garantizar la seguridad y durabilidad del antiguo puente ferroviario y para mantenerlo como un patrimonio cultural y turístico importante para la ciudad de Cali.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

- Realizar el estudio patológico del Puente Chipichape Avenida Sexta Calle. 36 Norte Cali – Valle del Cauca

4.2 Objetivos Específicos

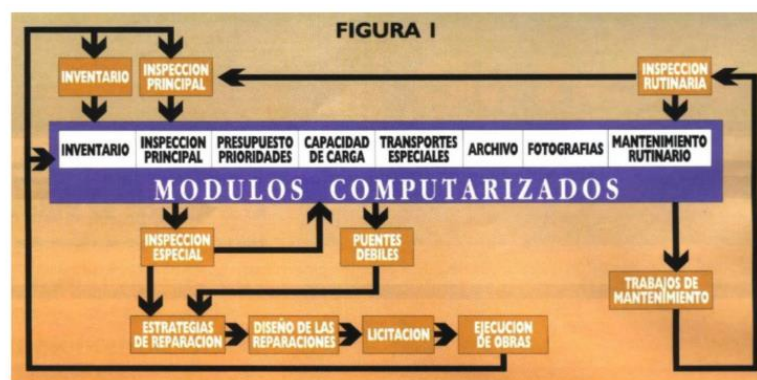
- Identificar a partir de salidas de campo el estado de la estructura del puente Chipichape.
- Realizar laboratorios los cuales me determinen el estado de la patología por lesiones que presente el paciente.
- Análisis de resultados de los laboratorios planteados.
- Evaluar resultados de laboratorio para posibles recomendaciones.

5. Antecedentes

El antiguo puente ferroviario de Chipichape es una estructura emblemática ubicada en la ciudad de Cali, Colombia. Construido a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, este puente fue diseñado por ingenieros británicos y se basa en una estructura metálica de estilo victoriano, utilizando vigas de acero y remaches para conformar la superestructura del puente. A lo largo de su historia, el puente ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo económico y social de la región, facilitando el transporte ferroviario y la conexión entre diferentes localidades del país. El estudio realizado por el Instituto Nacional de Vías y el Directorado de Carreteras de Dinamarca en 1996 es un antecedente importante para el desarrollo de metodologías de evaluación del estado de puentes. En este estudio se propuso un sistema para la priorización de puentes en estado crítico, basado en la evaluación de la inspección principal, la inspección especial, la inspección rutinaria, el tránsito promedio diario y la capacidad de carga como se muestra en **la figura 1**.

Figura 1

Modelos Computarizados



Nota: Tomado de Módulos del sistema de administración de Puentes (SIPUCOL) (Instituto nacional de vías y directorado de carreteras de Dinamarca 1996) Tomado de Parra, S. y Sedano, G. (2012). Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes [Tesis de maestría] U. Javeriana.

Según los autores (Parra & Sedano, 2011). Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes U. Javeriana. El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar una metodología para la evaluación del estado de los puentes existentes en Colombia, que permita identificar y cuantificar las patologías presentes en la estructura, evaluar su impacto en la integridad estructural y la funcionalidad del puente, y desarrollar estrategias de mantenimiento y/o rehabilitaciones efectivas.

Como se determinan estos fallos por corrosión en las siguientes figuras 2 y 3 incluidos dentro del estudio anterior

Figura 2

Corrosión en estructuras en los remaches



Nota Corrosión generalizada en unión mediante remaches, Puente pecado (Muñoz y Valbuena 2004) Tomado de Parra, S. y Sedano, G. (2012). Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes [Tesis de maestría] U. Javeriana.

Figura 3

Corrosión en estructuras en los apoyos



Nota Corrosión en el apoyo, Puente Icel Mocoa (Putumayo) Muñoz y Valvuela 2004 Tomado de: Parra, S. y Sedano, G. (2012). Desarrollo de Una Metodología para la Evaluación del Estado de Puentes Existentes [Tesis de maestría] U. Javeriana.

Con el paso del tiempo, y debido a factores como la exposición a condiciones ambientales adversas, el uso constante y el envejecimiento de los materiales, es posible que el puente haya desarrollado diferentes patologías que podrían afectar su integridad estructural y funcional. La conservación y restauración de este patrimonio histórico y arquitectónico es de gran importancia, tanto para garantizar la seguridad de las personas que utilizan el puente como para preservar su valor cultural e histórico.

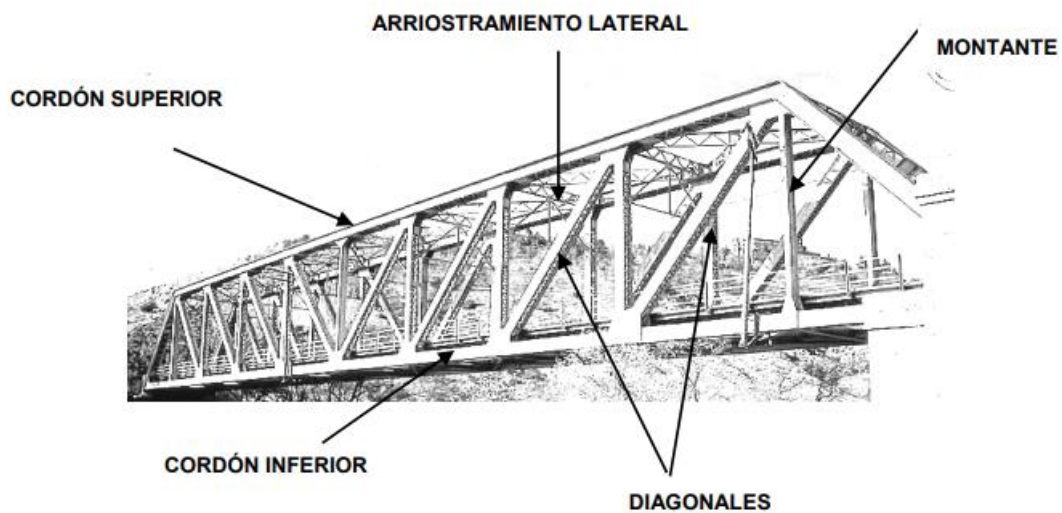
El estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras en Colombia es un antecedente importante para el desarrollo de metodologías de evaluación del estado de puentes. En este estudio, llevado a cabo bajo el Convenio Interadministrativo 0587-03, se propuso el "Manual para la Inspección Visual de Puentes y

Pontones", con el objetivo de establecer los procedimientos para la inspección visual de los puentes y pontones de la red nacional de carreteras.

Este manual establece los criterios técnicos y las recomendaciones necesarias para la evaluación del estado de los puentes y pontones, desde la inspección visual hasta la identificación de patologías y el diseño de soluciones de mantenimiento y/o rehabilitación. El manual incluye una descripción detallada de los elementos estructurales de los puentes y pontones, así como los tipos de patologías más comunes que pueden afectar su integridad estructural. En la siguiente **figura 4** se muestra las partes de una armadura.

Figura 4

Partes de una armadura



Nota: Elemento básicos de una estructura tomado Ministerio de Transporte de Colombia. (2003). Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Convenio Interadministrativo 0587-03. [Manual para la inspección visual de puentes y pontones] INVIAS

En este contexto, el presente proyecto de estudio de las patologías del antiguo puente ferroviario de Chipichape se propone analizar y descubrir posibles problemas o daños estructurales y materiales que pueden afectar al puente. Para ello, se llevará a cabo una

revisión de la literatura sobre casos de puentes históricos y las metodologías empleadas para evaluar y tratar patologías en estas estructuras. Además, se realizará un análisis in situ del puente, utilizando técnicas de inspección visual y tecnologías de diagnóstico no destructivas, con el fin de identificar y documentar las patologías existentes. Raoul, J. y Lanata, F. (2010). "Monitoreo de salud estructural de puentes de acero: una revisión de métodos y tecnologías". Revista de Monitoreo de Salud Estructural Civil, 1(1-2), 47-64.

Este artículo revisa los métodos y tecnologías utilizadas en el monitoreo de la salud estructural de los puentes de acero, incluyendo la detección y el análisis de patologías. Aunque no se enfoca específicamente en el puente de Chipichape, las técnicas y enfoques abordados podrían ser aplicables en su estudio y conservación.

En el artículo se presenta una revisión de las diferentes tecnologías disponibles para monitorear puentes de acero, tales como sensores de vibración, sensores de deformación, sensores de temperatura, entre otros. Además, se describen las ventajas y desventajas de cada uno de estos métodos y se discute cómo pueden ser utilizados en conjunto para obtener una evaluación completa de la salud estructural de un puente.

El artículo titulado "Investigando las causas de las fallas de los puentes" fue publicado en la Revista Internacional de Geingeniería en 2018 por los autores S. Mirza y MS Mirza. El artículo aborda las causas de las fallas de los puentes y presenta un análisis detallado de varios casos de estudio.

En este mencionan diversas causas que pueden provocar fallas en los puentes, tales como la falta de mantenimiento adecuado, el diseño inadecuado, la carga excesiva, los efectos del clima y la mala calidad de los materiales utilizados en la construcción.

Los autores también discuten los métodos utilizados para investigar las causas de las fallas de los puentes, que incluyen inspecciones visuales, pruebas no destructivas y simulaciones computarizadas. Además, se mencionan los protocolos de seguridad que se deben seguir durante las investigaciones para garantizar la seguridad del personal involucrado. El artículo presenta varios casos de estudio de puentes que fallaron y se investigaron las causas de dichas fallas. Entre estos casos, se incluyen el colapso del Puente de la Bahía de Tacoma Narrows en 1940, el colapso del Puente I-35W sobre el Río Mississippi en 2007 y el colapso del Puente de Morandi en Génova en 2018.

El artículo "Evaluación de puentes de celosía históricos mediante análisis de elementos finitos no lineales" escrito por K. Grzywinski y FJ Vecchio y publicado en la Revista de ingeniería de puentes en 2011, se centra en la evaluación estructural de puentes de celosía históricos utilizando análisis de elementos finitos no lineales.

El artículo comienza con una introducción que destaca la importancia de la preservación de los puentes históricos y su valor como patrimonio cultural e ingenieril. También se discuten los desafíos que enfrentan los ingenieros al evaluar la integridad estructural de los puentes históricos debido a su diseño y construcción antigua, así como a las limitaciones de los métodos de prueba convencionales. Luego, se presenta un estudio de caso de un puente de celosía histórico en Polonia, en el que se utilizó un modelo de elementos finitos no lineales para simular el comportamiento estructural del puente. El análisis incluyó la consideración de la deformación plástica y la falla progresiva, lo que permitió una

evaluación más precisa de la capacidad de carga del puente y su comportamiento ante cargas extremas.

6. Marco Referencial

El puente ferroviario de Chipichape es una estructura metálica que se encuentra en Cali, Colombia. Fue construido alrededor de 1935 y se considera un patrimonio municipal. Esta estructura conectaba el tren con los antiguos talleres de Chipichape y actualmente no está en uso. Aunque visualmente se observan procesos de corrosión, no se han evidenciado signos de asentamientos o fallas por insuficiencia en la capacidad portante.

En este marco teórico se abordará la importancia de los estudios patológicos en estructuras antiguas como el puente ferroviario de Chipichape, así como los diferentes factores que pueden afectar su integridad estructural. Además, se explicarán los conceptos teóricos y metodológicos que se deben tener en cuenta para realizar un estudio patológico en una estructura de este tipo.

Importancia de los estudios patológicos en estructuras antiguas

Las estructuras antiguas como el puente ferroviario de Chipichape son importantes para la historia y la cultura de una sociedad, por lo que su conservación es fundamental. Sin embargo, con el paso del tiempo y el uso constante, estas estructuras pueden sufrir daños que afectan su integridad estructural y su capacidad de soporte.

Es por esto por lo que los estudios patológicos son necesarios para evaluar el estado actual de la estructura y determinar si es necesario realizar reparaciones o reforzamientos para prolongar su vida útil. Estos estudios permiten identificar los diferentes factores que

pueden afectar la integridad estructural de la estructura, tales como la corrosión, la fatiga, la deformación y la fisuración.

La corrosión es un proceso químico que puede afectar la estructura metálica del puente ferroviario de Chipichape. La presencia de humedad y salinidad en el ambiente pueden acelerar el proceso de corrosión, lo que puede reducir la capacidad de soporte de la estructura y poner en riesgo la seguridad de los usuarios.

La fatiga es otro factor que puede afectar la integridad estructural de la estructura. La fatiga se produce por la aplicación repetitiva de cargas en la estructura, lo que puede generar fisuras en los elementos estructurales y reducir su capacidad de soporte. Este fenómeno es común en estructuras que están sometidas a cargas cíclicas, como los puentes ferroviarios.

La deformación y la fisuración son otros factores que pueden afectar la integridad estructural de la estructura. La deformación se produce cuando la estructura se somete a cargas que superan su capacidad de soporte, lo que puede generar deformaciones permanentes en los elementos estructurales. La fisuración se produce cuando la estructura está sometida a cargas que generan tensiones que superan la resistencia del material, lo que puede generar fisuras en los elementos estructurales y reducir su capacidad de soporte.

Conceptos teóricos y metodológicos para realizar un estudio patológico:

Para realizar un estudio patológico en una estructura como el puente ferroviario de Chipichape, se deben tener en cuenta diferentes conceptos teóricos y metodológicos. A continuación, se explicarán algunos de ellos.

En cuanto a las patologías relacionadas con la corrosión, se ha comprobado que la presencia de agua y oxígeno en el ambiente es uno de los principales factores que

contribuyen a la corrosión en estructuras metálicas. La corrosión puede afectar gravemente la capacidad portante de la estructura y provocar su colapso. Es por eso por lo que es importante realizar una evaluación detallada de la corrosión presente en el puente y determinar su impacto en la integridad estructural.

En cuanto a la evaluación del estado de las vigas longitudinales y transversales del puente, es importante tener en cuenta que estas estructuras están diseñadas para soportar cargas verticales y horizontales. Las cargas verticales incluyen el peso propio de la estructura, las cargas de los vehículos y los peatones que transitan por el puente. Las cargas horizontales pueden incluir fuerzas de viento y sismos. Es importante evaluar el estado de estas estructuras para determinar si presentan deformaciones o fallas que puedan afectar su capacidad portante.

En el caso de las vigas longitudinales del puente, es importante evaluar su capacidad para soportar cargas verticales y horizontales. Se debe realizar una evaluación detallada de la sección transversal de las vigas, incluyendo la altura, el ancho de las aletas y el espesor de la sección. También se debe evaluar el estado del arriostramiento y las conexiones entre las vigas .

En cuanto a las vigas transversales, es importante evaluar su capacidad para soportar cargas verticales y horizontales. Se debe realizar una evaluación detallada de la sección transversal de las vigas, incluyendo la altura, el ancho de las aletas y el espesor de la sección. También se debe evaluar el estado de las conexiones entre las vigas y la lámina de calibre 7.0 milímetros.

Por último, es importante evaluar el estado de los estribos del puente. Se debe realizar una evaluación detallada de las dimensiones de los estribos, incluyendo la longitud, el ancho y la altura. También se debe evaluar el estado de la cimentación de los estribos para determinar si presentan asentamientos que puedan afectar su capacidad portante.

En conclusión, el estudio patológico del puente ferroviario de Chipichape en Cali es fundamental para garantizar su seguridad y prolongar su vida útil. La evaluación detallada de las patologías presentes en la estructura, así como la evaluación del estado de las vigas longitudinales y transversales y de los estribos, permitirá determinar las medidas de mantenimiento y rehabilitación necesarias para asegurar su integridad estructural y su capacidad portante. De esta manera, se podrá garantizar la seguridad de los peatones y vehículos que transitan por el puente, así como la preservación de un patrimonio histórico y arquitectónico de la ciudad de Cali.

6.1 Marco Geográfico

El antiguo puente metálico ferroviario de Chipichape se encuentra en la ciudad de Cali, capital del departamento del Valle del Cauca en Colombia. La ciudad está ubicada en el suroccidente del país, en la región andina, y se extiende a lo largo del río Cauca, el segundo río más importante de Colombia. Cali es una ciudad con un clima tropical y húmedo, con temperaturas promedio que oscilan entre los 22 y 30 grados Celsius y una precipitación anual de alrededor de 1000 mm.

El puente está situado en el área de Chipichape, en el norte de Cali, y cruza la avenida Sexta, una de las principales vías de la ciudad. La ubicación del puente fue elegida estratégicamente en su momento para facilitar la conexión entre los talleres de Chipichape y la red ferroviaria que transportaba bienes y personas a lo largo del Valle del Cauca y hacia otras regiones de Colombia.

La zona donde se encuentra el puente ha experimentado un crecimiento urbano significativo en las últimas décadas. Aunque el transporte ferroviario ha disminuido en importancia, la zona de Chipichape se ha convertido en un importante centro comercial y financiero, con centros comerciales, hoteles, oficinas y espacios residenciales. Este crecimiento urbano ha alcanzado la demanda de infraestructura vial y de transporte en la zona, lo que también puede afectar el estado y la funcionalidad del puente.

El marco geográfico del proyecto es fundamental para comprender las condiciones ambientales, sociales y económicas que pueden influir en las patologías y desafíos de conservación del antiguo puente metálico ferroviario de Chipichape. Factores como el clima húmedo, la exposición a la contaminación atmosférica y el en la carga de tráfico vehicular

pueden tener un impacto en la durabilidad y el desempeño estructural del puente, lo que hace que el estudio de sus patologías y la búsqueda de soluciones adecuadas para su conservación sean aún más relevantes en este contexto geográfico.

Figura 5

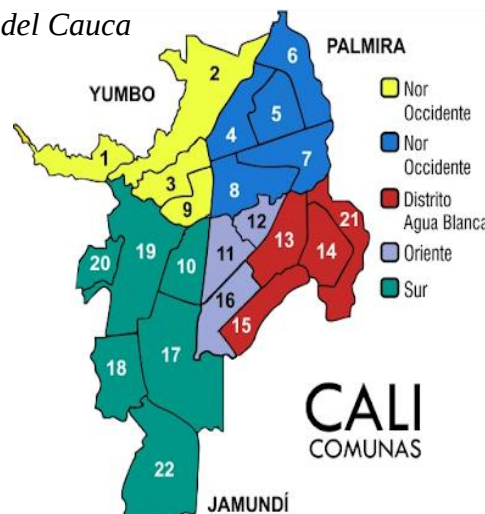
Mapa de Cali



Nota: Mapa de Colombia señalando al departamento del Valle del Cauca Tomado de Mapa de Cali [Mapa] (Cali Valle Bureau, 2018) [Pagina Web] <https://calivallebureau.org/porque-cali>

Figura 6

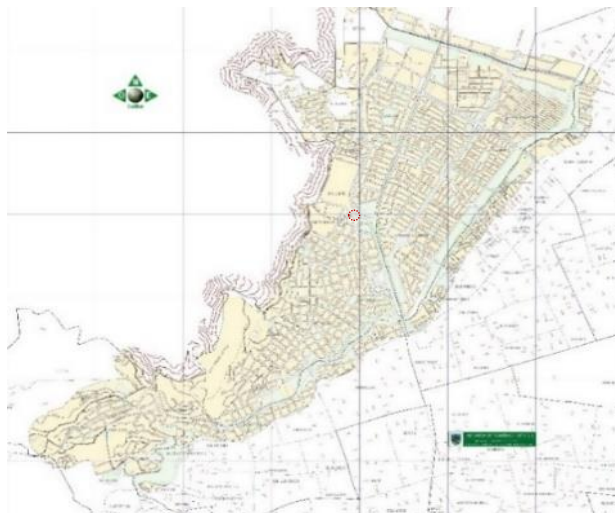
Mapa Comunas Cali Valle del Cauca



Nota: Mapa Valle del cauca clasificado por comunas, Tomado de: Cali Comunas [Mapa] (Ordoñez Edwar, 2018) [Pagina Web] <http://micaliesasi.blogspot.com/2018/02/blog-post.html>

Figura 7

Mapa comunas 2 de Cali, Valle del cauca



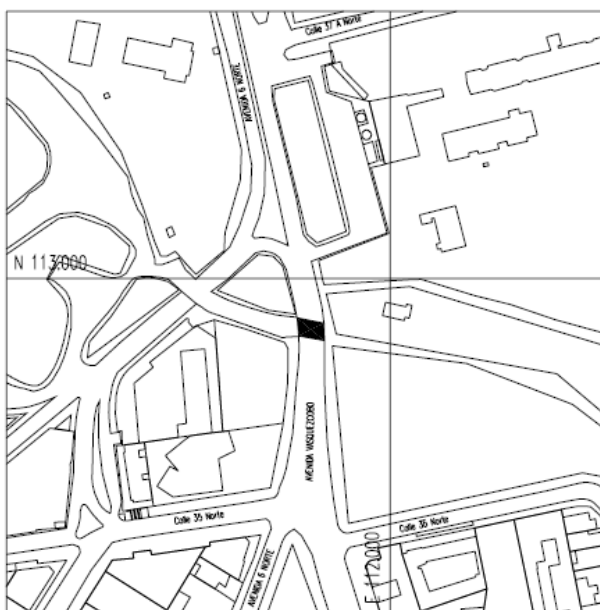
Nota Mapa comunas 2 de Cali, Valle del cauca ubicación del puente Chipichape Tomado de:

Mapa comuna [Mapa] (Alcaldía Santiago De Cali, s. f.) [Pagina

Web]<https://www.cali.gov.co/publico2/comunas/imagenes/calimap2.pdf>

Figura 8

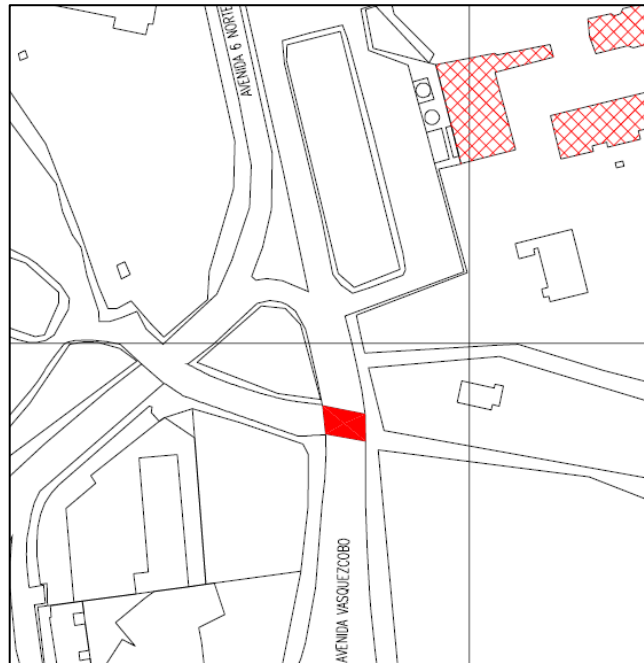
Mapa localización macro



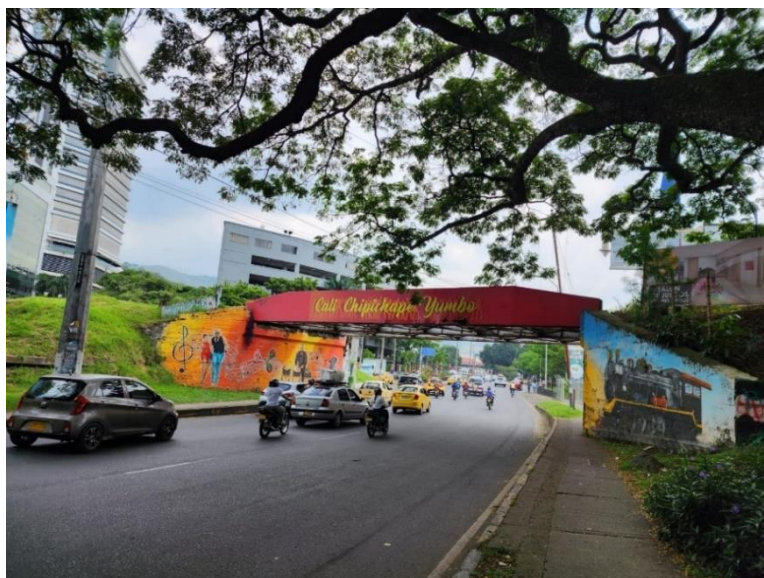
Nota Localización macro del puente chipichape Tomado de: Mapa de localización [Mapa]

(Ferrocarril del Pacifico, 2009) [Pagina Web] <https://idesc.cali.gov.co/download/bic/BICM1->

67.pdf

Figura 9***Mapa localización micro***

Nota Localización micro del puente chipichape Tomado de: Mapa de localización [Mapa] (Ferrocarril del Pacifico, 2009) [Pagina Web] <https://idesc.cali.gov.co/download/bic/BICM1-67.pdf>

Figura 10***Puente Chipichape***

Nota Estado actual puente chipichape Tomado Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

6.2 Marco Legal

Dentro de los aspectos que amparan la normatividad en Colombia estará cubierto por el código sismo resistente en Colombia (NSR10) en el proceso de análisis de patologías de las estructuras, debido a que es una estructura que se puede definir dentro de varios títulos para el reconocimiento de fallas y deterioros. La norma en su enunciado del numeral A.1.2.4.1. No aplica para este tipo de construcciones de uso especial; por lo que se deberá revisar el código para el diseño de puentes (CCDSP-95) con las nuevas adaptaciones al nuevo código (CCP-14) con todo su articulado. (Título estructura metálica)

Tabla 1

Resumen y norma de puentes en Colombia desde la construcción del puente ferroviario hasta la actualidad

Año	Evento	Especificación utilizada
1994	Adopción en Colombia de la especificación "AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges"	Especificaciones estándar de AASHTO para puentes de carretera, edición de 1992
1995	Publicación del Código Colombiano de diseño sísmico de puentes CCP 95	Especificaciones estándar de AASHTO para puentes de carretera, edición de 1992
2003	Actualización del CCP 95	Inclusión de nuevas especificaciones de carga vehicular y sismo, con base en investigaciones y estudios realizados en Colombia
2012	Revisión de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014	Basada en la filosofía LRFD (Load and Resistance Factor Design) y la especificación AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 6ª edición
2014	Publicación de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014	Basada en la especificación AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 7ª edición y actualización de los mapas colombianos de amenaza sísmica
2018	Modificación de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014	Inclusión de especificaciones para el diseño de puentes ferroviarios y la revisión de las cargas vehiculares de diseño
2020	Publicación de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014 Modificada	Incorporación de nuevas especificaciones de diseño para puentes ferroviarios y mejoras en la definición de las cargas vehiculares de diseño

Nota: Tomado de: Fuente Propia

Tabla 2*Normatividad sísmica para la construcción de puentes*

Año	Evento	Especificación utilizada
1994	Adopción en Colombia de la especificación "AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges"	La AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges, edición de 1992, fue adoptada como la especificación oficial para el diseño de puentes en Colombia. Esta especificación establecía los requisitos y criterios para el diseño y la construcción de puentes y estructuras relacionadas con las carreteras.
1995	Publicación del Código Colombiano de diseño sísmico de puentes CCP 95	La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), en colaboración con el Ministerio del Transporte y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), publicó el Código Colombiano de diseño sísmico de puentes CCP 95. Este documento estaba basado en la especificación de AASHTO de 1992 y se enfocaba en el diseño sísmico de puentes para la práctica colombiana. Además, este código incluía la carga viva vehicular de diseño para Colombia.
2013-2014	Publicación de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014	La AIS, en colaboración con el INVIAS, publicó la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014, la cual estaba basada en las especificaciones AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 6ª edición (2012) y 7ª edición (2014), fundamentadas en la filosofía LRFD. Esta norma actualizó los mapas colombianos de amenaza sísmica y calibró la carga viva vehicular de diseño para la práctica colombiana. También estableció los requisitos y criterios para el diseño y la construcción de puentes y estructuras relacionadas con las carreteras.

Nota: Tomado de: Fuente Propia

Tabla 3

Normas y códigos técnicos para la construcción de puentes en Colombia

Época	Normas y códigos técnicos relevantes	Descripción	Razón de la revocación
Década de 1930	Norma Oficial Colombiana (NOC) No. 3 de 1932	Establecía los requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras de acero para puentes y edificios en Colombia.	No se ha revocado, pero ha sido reemplazada por normas y códigos técnicos más actuales.
Década de 1990	Norma Técnica Colombiana (NTC) No. 1500	Establece los requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de puentes en Colombia.	Fue actualizada y reemplazada por la NTC 2289 en 2013.
	Código Colombiano de Diseño Sismo-Resistente NSR-98	Establece los requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras resistentes a terremotos en Colombia.	Reemplazado por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10 en 2010.
Década de 2010	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10	Establece los requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras resistentes a terremotos en Colombia.	Reemplazado por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-15 en 2014.
	Norma Técnica Colombiana (NTC) No. 2270	Establece los requisitos para la construcción y mantenimiento de puentes en Colombia.	Fue actualizada y reemplazada por la NTC 2289 en 2013.
	Norma Técnica Colombiana (NTC) No. 2289	Establece los requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de puentes en Colombia.	Actualmente en vigencia.
	Decreto 1077 de 2015	Establece las normas técnicas para la construcción de puentes en Colombia.	Actualmente en vigencia.

Nota: Tomado de: Fuente Propia

Tabla 4*Normas que aplica al Puente Chipichape*

Estudio Patológico Puente Chipichape		
Norma	Observación	Vigencia
Decreto 2090 de 1989	Establece las normas de construcción de puentes ferroviarios y vehiculares en Colombia	1989-1994
AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges	Especificación utilizada en Colombia para el diseño y construcción de puentes, incluyendo el puente ferroviario de Chipichape	1994-1995
Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes CCP-95	Norma colombiana que establece los criterios y requisitos para el diseño y construcción de puentes, incluyendo el puente ferroviario de Chipichape, en zonas sísmicas	1995-2014
Norma Sismo Resistente NSR-98	Norma colombiana que establece los criterios y requisitos para el diseño y construcción de estructuras sismo resistentes, incluyendo puentes	1998-2010
Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-2014	Actualización del CCP-95, incorpora las últimas especificaciones internacionales y actualiza los mapas de amenaza sísmica y carga viva vehicular de diseño para la práctica colombiana.	2014-hasta la actualidad
Norma Sismo Resistente NSR-10	Actualización de la NSR-98, incorporando nuevas tecnologías y conocimientos para el diseño y construcción de estructuras sismo resistentes, incluyendo puentes	2010-hasta la actualidad

Nota: Tomado de: Fuente Propia

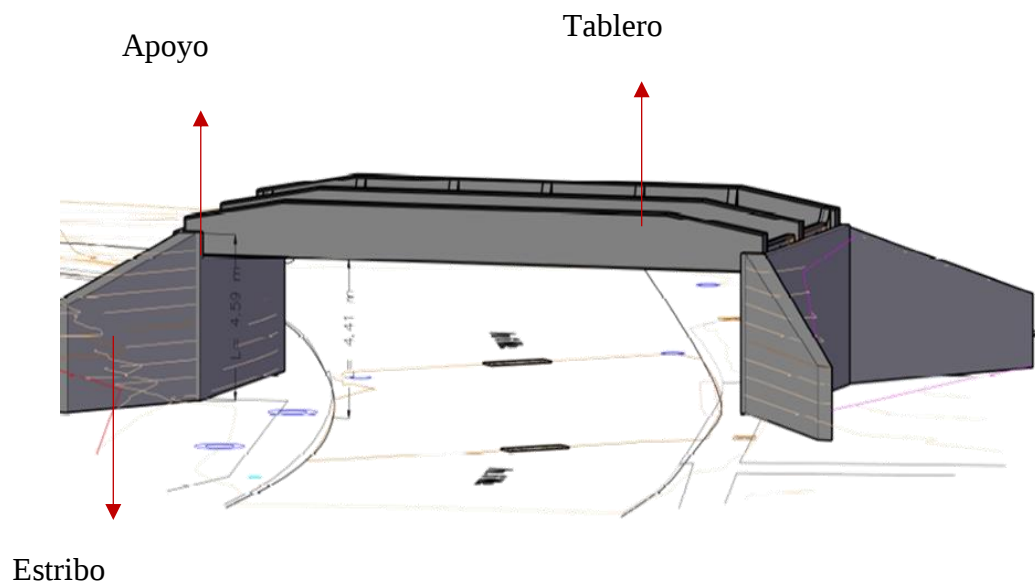
6.3 Marco teórico

6.3.1 Puentes

Es una estructura que permite conectar obstáculos naturales o artificiales, como depresiones valles, lagos o brazos de mar en artificiales vías, carreteras, buscando fines comerciales o de paso personas.

Figura 11

Partes de un puente



Nota: Partes del puente Tomado Diseño isométrico puente real [Plano] Fuente propia

Tipos de puentes

Puentes de viga: Generalmente son férreos o peatonales que está constituido por vigas horizontales que funcionan apoyados en los estribos hacia donde se transmite la fuerza, en la parte superior a compresión y la parte inferior a tracción.

Figura 12***Puentes viga***

Nota Puente viga Tomado de Puente existente [Fotografía] (INGENIERIA CIVIL EN EL SALVADOR, 2009) [Pagina Web] <http://ingenieriasalva.blogspot.com/2009/04/puente-viga.html>.

Puentes de arco: soportado principalmente por elevación curvada en las secciones principales como parte estructural dando la luz requerida para salvar el área requerida. Están compuestos por unos tirantes que funcionan con esfuerzos a tracción.

Figura 13***Puentes de arco***

Nota Puente de arco tomada de: Puente existente [Fotografía] (Costa Afuera, 2018)[Pagina Web] <https://ccocoa.com/tipos-de-puentes-que-existen-y-sus-caracteristicas/> .

Puentes de armadura: Estructuras de rápido armado generalmente con secciones prefabricadas, con luces amplias con menor envergadura que una estructura metálica con altas resistencias a la compresión no muy resistente a la tracción.

Figura 14

Puentes de armadura



Nota Puentes de armadura tomada de: Puente existente [Fotografía] (Costa Afuera, 2018) [Pagina Web] <https://ccocoa.com/tipos-de-puentes-que-existen-y-sus-caracteristicas/> .

Puentes colgantes: compuestos por tableros por donde se circula apoyado por cables, sujeto a pilares y a un anclaje en los extremos de la estructura, estos puentes resisten gracias a su forma donde los cables van a trabajar a tracción y los pilares a compresión.

Figura 15

Puentes colgantes



Nota Puentes de armadura tomada de: Puente existente [Fotografía] (Costa Afuera, 2018)

[Pagina Web] <https://ccocoa.com/tipos-de-puentes-que-existen-y-sus-caracteristicas/>.

Puentes de suspensión: tomándose del pilote a el tablero en donde la torre o los pilotes sean los que soporten el peso.

Figura 16

Puentes de Suspensión



Nota Puentes de armadura tomada de: Plano de puente [Imagen] (Costa Afuera, 2018)

[Pagina Web] <https://ccocoa.com/tipos-de-puentes-que-existen-y-sus-caracteristicas/>.

6.3.2 Fallas más frecuentes en los puentes

Grietas y fisuras: Ocurren debido al aumento de las cargas, el uso de materiales de construcción inferiores, la inestabilidad elástica o el pandeo, la vibración deficiente y el concreto mal curado, el proceso de colado del concreto a temperaturas ambientales extremas, los deslizamientos de tierra, los daños en los cimientos

Figura 17

Grietas y fisuras en los puentes



Nota Grietas y fisuras en los puentes tomada de: patologías de los puentes [fotografía] (El colombiano, 2019) [Pagina Web] <https://www.elcolombiano.com/antioquia/obras/fisura-en-puente-de-los-balsos-no-representa-riesgo-segun-secretaria-de-infraestructura-fisica-OA12215193>

Deterioros en hormigón: Estos daños pueden presentarse en forma de orificios, derrumbes, etc. Incluyen falta o pérdida de revestimiento en barras de refuerzo, impermeabilización imprecisa o falta, hormigón a temperaturas ambiente extremas, vibración insuficiente del hormigón, lixiviación de juntas de ladrillo a ladrillo debido a fugas, contaminación por agregados, protección contra congelamiento Depósitos de sal y la presencia de microorganismos

Muros y estribos con derrumbes: Este tipo de daño es causado por soluciones estructurales inadecuadas tales como juntas de puentes, empotramientos y soportes, cargas

significativamente mayores, penetración de raíces de árboles, mala compactación, suelo insuficiente, puede ser causado por derrumbes.

Desgaste del soporte o apoyos: los soportes de neopreno pueden verse afectados por un tamaño inadecuado, uso de materiales inadecuados en los soportes falta de mantenimiento lo cual puede causar una respuesta inadecuada a las cargas presentadas en la estructura.

Desgaste de las juntas de expansión: Estos pueden ser causados por un tamaño inadecuado, impacto mecánico, sellos desgastados o faltantes, falta de mantenimiento, etc.

Figura 18

Desgaste de las juntas de expansión



Nota Desgaste de las juntas de expansión en estructura tomada de: Estructura con desgaste en sus juntas de expansión [fotografía] (RB Conspro, 2016) [Pagina Web]

<https://rbconspro.wordpress.com/2016/11/03/juntas-de-expansion-en-puentes-pasos-a-desnivel-vehiculares-y-peatonales/>.

Oxidación en estructuras metálicas: Las causas más comunes de la oxidación de los puentes incluyen la erosión relacionada con el clima, la deformación por impacto y la falta de mantenimiento o suso de protección de las superficies metálicas.

Figura 19

Oxidación en estructuras metálicas



Nota Oxidación de puente en estructura metálica Tomada de: Puente existente [fotografía] (ESTRUCTURAMEX, 2021)Que provoca la oxidación en estructuras metálicas [Pagina Web] <https://estructuramex.com/que-provoca-la-oxidacion-en-las-estructuras-metalicas/>.

6.3.4 Materiales empleados

Metales: Sólido a temperatura ambiente. Es un buen conductor del calor y la electricidad. Se utilizan en un proceso físico de mezcla, fundición y formación llamado metalurgia. Es uno de los fundamentos más importantes de la ingeniería según (Equipo editorial Etecé, 2019).

Figura 20

Clasificación de los metales



Nota: Clasificación y Tipo de metales tomada de: Metales Clasificación [Ilustración] (Ecu Red, 2013) [Pagina Web] https://www.ecured.cu/Clasificaci%C3%B3n_de_los_metales

Clasificación de metales:

Metales alcalinos. Son metales brillantes y suaves además son reactivos en condiciones normales de presión y temperatura, por lo que siempre forman enlaces químicos y nunca se sueltan. Tiene baja densidad y es un buen conductor del calor y la electricidad según (Equipo editorial Etecé, 2019).

Metales alcalinotérreos. son nombrados debido a su proveniencia a raíz de óxidos () poseen propiedades alcalinas de gran dureza poco reactivos con gran conductividad calorífica y eléctrica, variados colores y baja densidad.

Metales de transición. Característica principal de los metales debido a que en su mayoría se fusionan a temperaturas relativamente altas, poseen dureza significativa al igual que su conducción y paso eléctrico.

Lantánidos. Llamados lantanoides o “Tierras raras”, son “elementos de transición interna” con a los actínidos. Estos son elementos muy similares que son comunes en la superficie de la Tierra. tiene un comportamiento magnético único.

Actínidos. Estos son metales de mayor número atómico, muchos de los cuales tienen isótopos radiactivos. Algunos son poco comunes en la naturaleza.

Transactínidos. Metales pesados, superan a los actínidos más pesados en número atómico. Todos sus isótopos son altamente radiactivos y están disponibles solo a través de síntesis de laboratorio, lo que resulta en vidas medias muy cortas.

Propiedades físicas de los metales:

Figura 21

Propiedades de los metales



Nota Tipos y propiedades de los metales tomada de: Metales [Ilustración] (Acierta Ciencia, 2020) [Pagina Web] <https://www.youtube.com/watch?v=Xl5IePthqsg>.

Maleabilidad. Son sometidos a esfuerzos como compresión, en donde se componen laminas metálicas.

Tenacidad. Muchos metales son capaces de resistir a la fractura, cuando se los somete a fuerzas bruscas como golpes o caídas. Mientras más tenaz sea un metal, menos propenso a romperse será.

Conductibilidad. Pueden permitir el flujo de electrones o (calor) a lo largo de su superficie. Además, es un buen conductor del calor y la electricidad, tiene una alta densidad y suele ser sólido a temperatura ambiente (excepto el mercurio).

Resistencia mecánica. Capaz de soportar esfuerzos como tracción, compresión, torsión y otras fuerzas similares sin perder (deformar) su estructura física

Aleaciones metálicas

Acero. Fusión hierro y carbono y otros elementos en menor proporción

Bronce. Fusión cobre y estaño

Latón. Fusión zinc y cobre

Duraluminio. Fusión de aluminio y cobre

Acero inoxidable. fusión del acero se le agrega níquel y cromo.

6.3.5 Patologías de las estructuras metálicas

Corrosión: Como resultado de fenómenos naturales, los metales se transforman en diversos compuestos. La corrosión por picaduras y la oxidación se producen en la superficie del metal, lo que hace que las placas o las escamas se caigan, lo que reduce la resistencia inicial. Este fenómeno ocurre a menudo en áreas estructurales que están expuestas a la humedad y carecen de la protección adecuada.

Figura 22

Corrosión en estructuras metálicas



Nota Corrosión de estructura metálica Tomado Anclaje de la estructura metálica [Fotografía]
(Couoh, 2019) [Pagina Web]

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/patolog%C3%AAdasm%C3%A1scomunes-en-las-estructuras-met%C3%A1licas>.

Fatiga: Esto ocurre cuando los miembros estructurales están sujetos a esfuerzos iguales o menores a los valores calculados permitidos en el diseño. El síntoma es la aparición de rayas perpendiculares a la dirección de las tenciones

Abrasión: Ocurre en partes móviles que entran en contacto o están expuestas a líquidos. Los síntomas incluyen superficies desgastadas y lisas, a menudo acompañadas de corrosión.

Holguras en uniones: Provocan deformaciones estructurales y la aparición de fuertes tensiones, que conducen al fallo por fatiga.

Impactos accidentales: Son deformidad causada por impactos o pandeos o flechas, siendo resultado las deformaciones en los elementos.

Figura 23

Impactos y sobrecargas accidentales



Nota Impactos y sobrecargas accidentales en estructura metálica Tomado de: estructura metálica con impacto [Fotografía] (Couoh, 2019). [Pagina Web]

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/patolog%C3%ADas-m%C3%A1s-comunes-en-las-estructuras-met%C3%A1licas>

6.4 Marco Histórico

Esta estructura es considerada Patrimonio Municipal de la ciudad de Santiago de Cali. Consiste en una estructura metálica que da origen a uno de los antiguos pasos férreos que llevaban este tipo de transporte hacia los talleres del Sistema de Ferrocarriles Nacionales del Suroccidente del país.

Acerca de su concepción estructural e historial de diseño, se conoce que fue diseñado alrededor del año 1935 por el Ingeniero Arturo Yusti quien proyectó una estructura con tablero inferior apoyado sobre dos estribos que probablemente son de concreto ciclópeo. La carga de diseño utilizada probablemente fue una locomotora tipo Cooper 50. Aunque se desconoce el tipo de cimentación, se asume que se trata de una zapata apoyada directamente sobre el terreno natural a una profundidad no menor de 1.50 metros de la capa de rodadura estrato en el cual, según el estudio de suelos, la capacidad de soporte está alrededor de los 1.5 Kg/cm².

Figura 24

Puente Chipichape en funcionamiento año 1942



Nota Puente chipichape paso de locomotora operada a carbón Tomado Puente chipichape

[Fotografía] (s. n., 1942) [Pagina Web]

<https://audiovisuales.icesi.edu.co/audiovisuales/handle/123456789/2727>

Figura 25

Puente Chipichape actualidad



Nota Estado actual puente chipichape Tomado Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

El puente de Chipichape es una estructura de metálica de más de 85 años. Cada elemento estructural es inspeccionado visualmente. Primero complete este paso como se indica; comprobar primero los equipamientos luego la estructura y finalmente la cimentación.

La importancia patrimonial del puente Chipichape es única debido a que se encuentra catalogado como BIC en la ciudad de Cali pues esta estructura da al arraigo y sentido de pertenencia por el antiguo ferrocarril por el cual pasaba el tren que llegaba a Cali.

Este puente actualmente se encuentra rodeado por fitotectura como samán o árbol de la lluvia son árboles que cubren grandes superficies como longitudes de 100 metros de extensión se podría decir que este árbol lleva 100 años en este lugar lo podremos encontrar en la figura 26

Figura 27*Árbol Samán en el Puente Chipichape**Nota* Estado actual puente chipichape Tomado Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia**Figura 26***Planta Ficus lesión química organismos vegetal**Nota* Planta Ficus lesión química organismos vegetal Tomado Puente chipichape [Fotografía]

Fuente Propia

7. Alcances y Limitaciones

El desarrollo de este estudio es realizar el diagnóstico y proponer una intervención que cumpla con lo requerido en el ámbito académico reconociendo sus componentes estructurales que conforman el puente sobre la Av. 6a, la Calle 36 en la ciudad de Cali y ubicado en el sector de Chipichape.

El propósito es lograr evidenciar el estado actual de la estructura que busca ser preservado como hito histórico, pese a la poca información sé que se ha logrado obtener sobre su diseño y construcción, se busca con esto validar que dicha estructura tiene la capacidad de resistir las carga propias a las que se encuentra sometida, además de la su resistencia sísmica, frente a un evento telúrico que se pueda desencadenar y pueda afectar directamente su estructura y pudiendo llevarlo a un colapso.

8. Metodología

8.1 Descripción de la Selección del Paciente

Para la elección del Puente chipichape se realiza teniendo en cuenta que este paciente es un hito importante ciudad de Cali ya que es un bien de interés cultural los profesionales se enfocan al realizar esta investigación y conforme al análisis e inspección visual para la preparación del trabajo en donde se realiza la visita al puente se realiza registro fotográfico en donde sobresalen las lesiones que presenta la estructura.

8.2 Preparación y Planteamiento del estudio

Para la etapa inicial del estudio patológico al puente chipichape ubicado en la Av. sexta calle. 36 Nte Cali – Valle Del Cauca, es necesaria la recopilación de información del predio donde se encuentra ubicada esta estructura y por consiguiente realizar una inspección preliminar del paciente y de tal manera recopilar información para el desarrollo del estudio

8.2.1 Inspección Preliminar del Paciente

Con la autorización de la entidad correspondiente en este caso la alcaldía de Cali se realizaron visitas de inspección, en las cuales se toman una serie de fotografías identificando las lesiones que presenta el puente donde se evidencia la ubicación de dichas lesiones por tal motivo se realizan unas fichas de visita las cuales se podrán evidenciar a continuación.

8.2.2 Recopilación de Información Necesaria para el Estudio.

Luego de realizar la inspección preliminar del paciente se realiza investigación de información tales como planos bitácoras ensayos anteriormente realizados estudios de suelo en donde se evidencia muy poca información encontrada por ende vemos pertinente realizar un estudio de topografía para analizar completamente el puente con respecto a el lugar donde se encuentra además el estudio de suelos para conocer las características del tipo de suelo donde se encuentra el puente y si se ve afectado por esto.

Para llevar a cabo un análisis completo y preciso de las condiciones actuales del Puente Chipichape, se han realizado visitas de inspección y recolección de información. Estas visitas constituyen un componente fundamental en el estudio patológico, ya que permiten examinar de cerca la estructura y recopilar datos relevantes para la toma de decisiones con respecto a las acciones necesarias para su conservación y rehabilitación.

Durante las visitas de inspección, como estudiantes de patología se examinó minuciosamente cada componente y detalle del Puente Chipichape. Se llevaron a cabo evaluaciones visuales exhaustivas para identificar cualquier signo de deterioro, deformación o daño en la estructura. Además, se utilizaron herramientas y técnicas especializadas, como equipos de medición y pruebas no destructivas, para obtener datos cuantitativos y cualitativos sobre las condiciones del puente.

Durante el proceso de recolección de información, se registraron meticulosamente los hallazgos de la inspección, se tomaron fotografías detalladas y se recopilaron datos relevantes sobre la construcción, el historial de mantenimiento y cualquier modificación que haya

sufrido el puente a lo largo de los años. Asimismo, se llevaron a cabo mediciones precisas de las dimensiones y geometría de la estructura, y se documentaron las características del entorno circundante.

Esta información recolectada durante las visitas de inspección y la recolección de datos proporcionará una base sólida y precisa para el análisis y la evaluación de las condiciones del Puente Chipichape. Permitirá identificar las patologías presentes, evaluar el grado de deterioro, determinar las causas subyacentes y establecer las acciones requeridas para su conservación, rehabilitación o sustitución.

8.3 Desarrollo de la metodología

La metodología implementada consistió en una combinación de salidas de campo para evaluar el estado de la estructura y laboratorios especializados para analizar las muestras y obtener resultados concretos. Estas actividades se llevaron a cabo de manera rigurosa y sistemática, siguiendo los protocolos establecidos, con el fin de obtener información precisa y confiable sobre el puente Chipichape.

1. Identificar el estado actual de la estructura del puente Chipichape a través de salidas de campo realizadas de manera minuciosa. Estas salidas de campo permitieron observar y evaluar detalladamente el estado de la estructura, identificando las lesiones y daños presentes en la misma. El análisis exhaustivo de la estructura nos brindó información valiosa para comprender su condición actual.

Figura 28

Fichas de campo localización

Fichas de campo estudio patológico puente Chipichape			
AUTORES	Heisel Juliana Cardenas Pulido Jorge Armando Ocampo Medina	Nº Ficha:	1
Estudio Patológico Puente Chipichape			
Departamento	Valle del Cauca	Elemento	Vigas
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Acero remachado
2. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA		Descripción básica de los componentes	
Tipo de Estructura: metálica			
Fecha de Construcción: 1935			
Uso de la Estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Ubicación Localización 			
Valoración visual		FOTOGRAFIAS	
Afectación de daños	Seguridad		
	Funcionalidad		
	Aspecto		
Nivel de recuperación	Imprescindible		
	Necesaria		
	Conveniente		
Nivel de daños	Leve		
	Moderado		
	Severo		
Lesiones encontradas			
Humedad			
Manchas			
Grietas			
Fisuras			
Perdida de material			
Asentamientos			
Exposición de acero			
Corrosión de la armadura			

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 29

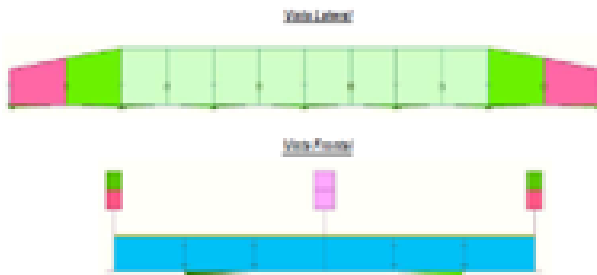
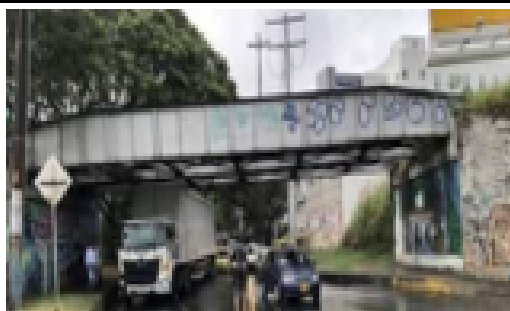
Ficha de campo lesiones

Fichas de campo estudio patológico puente Chipichape			
AUTORES	Heisel Juliana Cardenas Pulido	N° Ficha:	2
	Jorge Armando Ocampo Medina		
Estudio patológico puente chipichape			
Departamento	Valle del Cauca	Elemento	Vigas Transversales
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Acero remachado
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes	
Tipo de Estructura: metálica			
Fecha de Construcción: 1935			
Uso de la Estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Planta y ubicación			
			
Valoración visual		FOTOGRAFÍAS	
Afectación De Daños	Seguridad		
	Funcionalidad		
	Aspecto	X	
Nivel De Recuperación	Imprescindible		
	Necesaria	X	
	Conveniente		
Nivel De Daños	Leve		
	Moderado		
	Severo	X	
Lesiones encontradas:			
Humedad			
Manchas			
Grietas			
Fisuras			
Pérdida de material		X	
Asentamientos			
Exposición de acero		X	
Corrosión de la armadura		X	

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 30

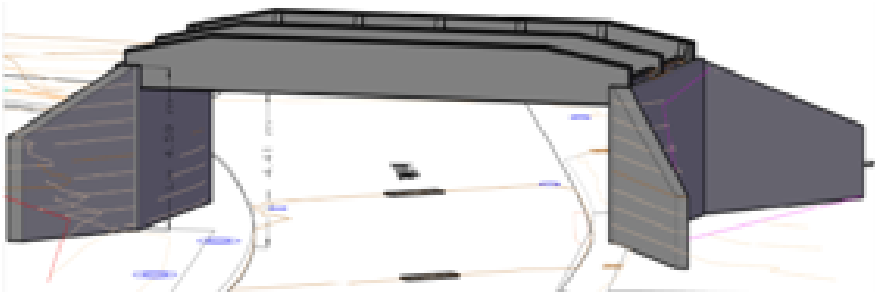
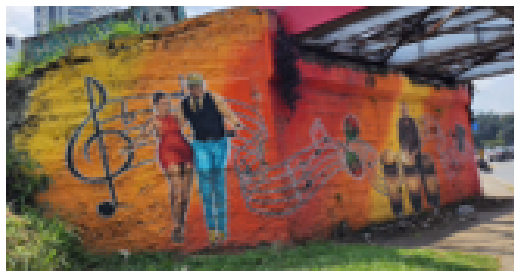
Ficha de campo lesiones estructura metálica

Fichas de campo estudio patológico puente chipichape			
Autores	Heisel Juliana Cardenas Pulido	Nº ficha:	3
	Jorge Armando Ocampo Medina		
Estudio patológico puente chipichape			
Departamento	Valle del cauca	Elemento	Vigas longitudinales
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Acero remachado
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes	
Tipo de estructura: metálica			
Fecha de construcción: 1935			
Uso de la estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Planta y ubicación			
 			
Valoración visual		Fotografías:	
Afectación de daños:	Seguridad		 
	Funcionalidad		
	Aspecto	X	
Nivel de recuperación:	Imprescindible		
	Necesaria	X	
	Conveniente		
Nivel de daños:	Leve		
	Modenado		
	Severo	X	
Lesiones encontradas:			
Humedad			
Manchas		X	
Grietas			
Fisuras			
Pérdida de material		X	
Asentamientos			
Exposición de acero		X	
Corrosión de la armadura		X	
Impacto en estructura		X	

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 31

Ficha de campo lesiones estribos

Fichas de campo estudio patológico puente chipichape			
Autores:	Heisel Juliana Cardenas Pulido Jorge Armando Ocampo Medina	Nº ficha:	4
Estudio patológico puente chipichape			
Departamento	Valle del cauca	Elemento	Estribos
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Concreto ciclópeo reforzado
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes	
Tipo de estructura: concreto			
Fecha de construcción: 1935			
Uso de la estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Ubicación localización			
			
Valoración visual		Fotografías:	
Afectación de daños	Seguridad		
	Funcionalidad		
	Aspecto	X	
Nivel de recuperación	Imprescindible		
	Necesaria	X	
	Conveniente		
Nivel de daños	Leve		
	Moderado		
	Severo	X	
Lesiones encontradas:			
Humedad			
Manchas			
Grietas			
Fisuras			
Pérdida de material			
Asentamientos			
Exposición de acero			
Corrosión de la armadura			

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 32

Ficha de campo elaboración de ensayo de suelos

Fichas de campo estudio patológico puente chipichape				
Autores:	Heisel Juliana Cardenas Pulido Jorge Armando Ocampo Medina	Nº ficha:	5	
Estudio patológico puente chipichape				
Departamento	Valle del cauca	Elemento	Estribos	
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura	
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Concreto ciclópeo reforzado	
Actividad	Apiques en cercanía de estribos			
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes		
Tipo de estructura: metálica				
Fecha de construcción: 1935				
Uso de la estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente		
Ubicación localización				
Valoración visual		Fotografías:		
Afectación de daños:	Seguridad			
	Funcionalidad			
	Aspecto	X		
Nivel de recuperación:	Imprescindible			
	Necesaria	X		
	Conveniente			
Nivel de daños:	Leve			
	Moderado			
	Severo	X		
Lesiones encontradas:				
Humedad		X		
Manchas		X		
Grietas				
Fisuras				
Pérdida de material		X		
Asentamientos				
Exposición de acero		X		
Corrosión de la armadura		X		

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 33

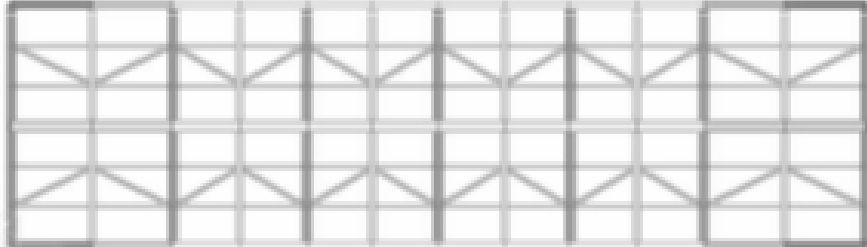
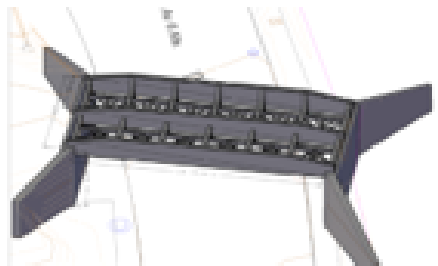
Ficha de campo elaboración de ensayo de topografía

Fichas de campo estudio patológico puente chipichape			
Autores:	Heisel Juliana Cardenas Pulido Jorge Armando Ocampo Medina	Nº ficha:	6
Estudio patológico puente chipichape			
Departamento	Valle del cauca	Elemento	Estribos
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Concreto ciclópeo reforzado
Actividad	Levantamiento topográfico del puente chipichape		
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes	
Tipo de estructura: metálica			
Fecha de construcción: 1935			
Uso de la estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Ubicación localización			
			
Valoración visual		Fotografías	
Afectación de daños:	Seguridad		
	Funcionalidad		
	Aspecto	X	
Nivel de recuperación	Imprescindible		
	Necesaria	X	
	Conveniente		
Nivel de daños:	Leve		
	Moderado		
	Severo	X	
Lesiones encontradas:			
Humedad		X	
Manchas		X	
Grietas		X	
Fisuras		X	
Pérdida de material		X	
Asentamientos			
Exposición de acero		X	
Corrosión de la armadura		X	

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 34

Ficha de campo elaboración de análisis de lesiones del tablero del puente

Fichas de campo estudio patológico puente chipichape			
Autores:	Heisel Juliana Cardenas Pulido	N° ficha:	7
	Jorge Armando Ocampo Medina		
Estudio patológico puente chipichape			
Departamento	Valle del cauca	Elemento	Vigas longitudinales
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Acero remachado
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes	
Tipo de estructura: metálica			
Fecha de construcción: 1935			
Uso de la estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Planta estructura			
			
Valoración visual		Fotografías:	
Afectación de daños:	Seguridad		
	Funcionalidad		
	Aspecto	X	
Nivel de recuperación:	Imprescindible		
	Necesaria	X	
	Conveniente		
Nivel de daños:	Leve		
	Moderado		
	Severo	X	
Lesiones encontradas:			
Humedad			
Manchas	X		
Grietas	X		
Fisuras	X		
Pérdida de material	X		
Asentamientos			
Exposición de acero	X		
Corrosión de la armadura	X		
Impacto en estructura	X		

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

Figura 35

Ficha de campo elaboración de ensayo analizando niveles

Fichas de campo estudio patológico puente chipichape			
Autores:	Heisel Juliana Cardenas Pulido	N° ficha:	8
	Jorge Armando Ocampo Medina		
Estudio patológico puente chipichape			
Departamento	Valle del cauca	Elemento	Vigas longitudinales
Ciudad	Cali	Ubicación	Superestructura
Fecha	10 febrero 2023	Materiales	Acero remachado
Actividad	Inspección visual en campo		
2. Datos generales de la estructura		Descripción básica de los componentes	
Tipo de estructura: metálica			
Fecha de construcción: 1935			
Uso de la estructura: puente ferroviario		Fuera de uso actualmente	
Planta y ubicación			
			
Valoración visual		Fotografías:	
Afectación de daños:	Seguridad		
	Funcionalidad		
	Aspecto	X	
Nivel de recuperación	Imprescindible		
	Necesaria	X	
	Conveniente		
Nivel de daños:	Leve		
	Moderado		
	Severo	X	
Lesiones encontradas:			
Humedad			
Manchas		X	
Grietas		X	
Fisuras		X	
Pérdida de material		X	
Asentamientos			
Exposición de acero		X	
Corrosión de la armadura		X	
Impacto en estructura		X	

Nota: Ficha descriptiva Tomado de: Fuente Propia

2. Realizar laboratorios especializados con el objetivo de determinar y evaluar el grado de patología y las lesiones presentes en el puente. Los resultados obtenidos en los laboratorios fueron concluyentes y nos permitieron validar el estado de la estructura, así como identificar las causas de las lesiones y daños presentes. Estos análisis de laboratorio fueron fundamentales para comprender la magnitud y el alcance de los problemas estructurales.

En el marco del estudio patológico del Puente Chipichape, es fundamental contar con una base de información precisa y detallada sobre la estructura. Un aspecto clave en este sentido es la realización de un levantamiento topográfico exhaustivo, que nos ha permitido obtener datos precisos y actualizados sobre las características físicas y geométricas del puente.

El levantamiento topográfico consiste en la medición y representación de las características del lugar y los elementos que componen el puente, utilizando técnicas y equipos especializados. Esta etapa inicial del estudio patológico es esencial para obtener una percepción clara del lugar, de la estructura y de posibles deformaciones o deterioros que puedan estar presentes.

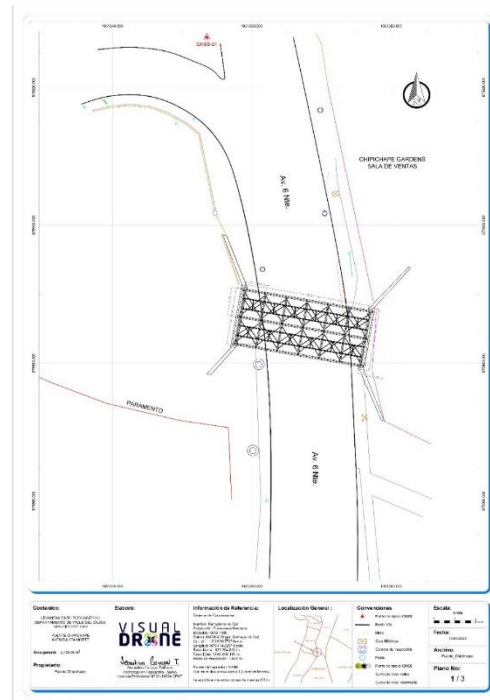
Durante el levantamiento topográfico, se utilizan diferentes instrumentos y técnicas, como estaciones totales, GPS, láser escáner, entre otros, con la complejidad y requerimientos específicos del puente. Estos equipos permitieron obtener información detallada sobre la geometría tridimensional de la estructura, como las dimensiones de los elementos, las deformaciones, las inclinaciones y las irregularidades presentes.

Además, el levantamiento topográfico también permite obtener datos relevantes sobre el entorno del puente, como la topografía del terreno circundante, la existencia de cuerpos de agua, la vegetación, entre otros aspectos que pueden influir en el comportamiento y estado del puente.

La información obtenida a través del levantamiento topográfico será de gran utilidad en las etapas posteriores del estudio patológico. Estos datos servirán como base para la elaboración de modelos digitales en 3D, análisis estructurales, identificación de patologías y la evaluación de la integridad del puente.

3. Realizar un análisis detallado de los resultados de los laboratorios para determinar las posibles recomendaciones y acciones a tomar. Mediante la evaluación de los resultados obtenidos en los laboratorios, se identificaron las causas subyacentes de las lesiones y se generaron recomendaciones específicas para abordar cada uno de los problemas encontrados. Estas recomendaciones se basaron en criterios técnicos y normativas vigentes, y se diseñaron con el objetivo de garantizar la seguridad y la integridad de la estructura del puente.

A través de las salidas de campo y los laboratorios realizados, se logró obtener una visión clara del estado de la estructura del puente Chipichape y se identificaron las lesiones y daños existentes. Los análisis de laboratorio nos proporcionaron información precisa sobre las causas de las lesiones y permitieron generar recomendaciones concretas para abordar los problemas identificados. Estos resultados son fundamentales para el desarrollo de una intervención efectiva y segura en el puente.

Figura 36*Levantamiento topográfico*

Nota Plano localización y topografía Puente chipichape. Tomado [Plano] Visual Drone 2023

Ensayo de ultrasonido

Como se podrá observar las figuras 29, 30, 31 y 32 se realiza el ensayo de ultrasonido en el cual se comprueba el grosor de la estructura metálica en donde se encuentran grosores de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{8}$ de esta manera se puede encontrar según el ensayo de ultrasonido que en los puntos donde se han perdido espesores por la corrosión se encuentran en porcentajes de 20% y 50% los lugares más críticos.

Figura 38

Resultado ensayo ultrasonido espesor de láminas viga eje 1 del Puente Chipichape

SERVICIOS TÉCNICOS						REPORTE DE EXÁMEN MEDICIÓN DE ESPESORES			INFORME No. MCE-0123	
OSAIQUI									LUGAR: CALI VALLE DEL CAUCA	
									FECHA: 08 DE JUNIO DEL 2023	
PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENSAYOS DE DESTRUCTIVOS PUENTE CHIPICHAPE						CLIENTE: JORGE ARMANDO OSAPINO MEDINA			Objeto de la calibración del equipo: E-2 mm - 15 mm - 254 mm	
LUGAR DE INSPECCIÓN: CALI VALLE DEL CAUCA						ELEMENTO: PUENTE CHIPICHAPE				
ELEMENTOS INSPECCIONADOS: LÁMINAS DE ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE						MATERIAL: ACERO AL CARBONO				
MARCA	REFERENCIA	GANANCIA AJUSTADA	SERIAL	METODO	PULSADOR	MEDIO DE CALIBRACIÓN				
KRAUTKRAMER SONARION	CHC 22	ALFOMBRILLA	30300	PALSO EDO	TIPO PECO					
ESPECIFICACIONES DEL TRANSDUCTOR						METODO DE ACOPLE				
MARCA	ÁNGULO	FRECUENCIA	DIÁMETRO	CONEXIÓN DE CABLES	TIPO DE TRANSDUCTOR	DIRECTO EN LA SUPERFICIE				
KRAUTKRAMER SONARION	NORMAL	7.5 MHz	12.85 mm	DIRECTO	DUAL (MULTI)	ESTADO DE LA SUPERFICIE: LISA SIN PINTURA				
LÁMINAS ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE										
PUNTO	ACCESORIO	PATIN SUPERIOR	ALBA	PATIN INFERIOR	ESPESOR	PROMEDIO	RESULTADOS			
P1	DATA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P2	PRINCIPAL	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	95.98			
P3	ENTRE EJE A	11.50	11.50	11.50	11.50					
P4	Y B	11.50	11.50	11.50	11.50					
P5	Y C	11.50	11.50	11.50	11.50					
P6	Y D	11.50	11.50	11.50	11.50					
P7	Y E	11.50	11.50	11.50	11.50					
P8	Y F	11.50	11.50	11.50	11.50					
P9	Y G	11.50	11.50	11.50	11.50					
P10	Y H	11.50	11.50	11.50	11.50					
P11	Y I	11.50	11.50	11.50	11.50					
P12	Y J	11.50	11.50	11.50	11.50					
P13	Y K	11.50	11.50	11.50	11.50					
P14	Y L	11.50	11.50	11.50	11.50					
P15	Y M	11.50	11.50	11.50	11.50					
P16	Y N	11.50	11.50	11.50	11.50					
P17	Y O	11.50	11.50	11.50	11.50					
P18	Y P	11.50	11.50	11.50	11.50					
P19	Y Q	11.50	11.50	11.50	11.50					
P20	Y R	11.50	11.50	11.50	11.50					
P21	Y S	11.50	11.50	11.50	11.50					
P22	Y T	11.50	11.50	11.50	11.50					
P23	Y U	11.50	11.50	11.50	11.50					
P24	Y V	11.50	11.50	11.50	11.50					
P25	Y W	11.50	11.50	11.50	11.50					
P26	Y X	11.50	11.50	11.50	11.50					
P27	Y Y	11.50	11.50	11.50	11.50					
P28	Y Z	11.50	11.50	11.50	11.50					
P29	Y AA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P30	Y AB	11.50	11.50	11.50	11.50					
P31	Y AC	11.50	11.50	11.50	11.50					
P32	Y AD	11.50	11.50	11.50	11.50					
P33	Y AE	11.50	11.50	11.50	11.50					
P34	Y AF	11.50	11.50	11.50	11.50					
P35	Y AG	11.50	11.50	11.50	11.50					
P36	Y AH	11.50	11.50	11.50	11.50					
P37	Y AI	11.50	11.50	11.50	11.50					
P38	Y AJ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P39	Y AK	11.50	11.50	11.50	11.50					
P40	Y AL	11.50	11.50	11.50	11.50					
P41	Y AM	11.50	11.50	11.50	11.50					
P42	Y AN	11.50	11.50	11.50	11.50					
P43	Y AO	11.50	11.50	11.50	11.50					
P44	Y AP	11.50	11.50	11.50	11.50					
P45	Y AQ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P46	Y AR	11.50	11.50	11.50	11.50					
P47	Y AS	11.50	11.50	11.50	11.50					
P48	Y AT	11.50	11.50	11.50	11.50					
P49	Y AU	11.50	11.50	11.50	11.50					
P50	Y AV	11.50	11.50	11.50	11.50					
P51	Y AW	11.50	11.50	11.50	11.50					
P52	Y AX	11.50	11.50	11.50	11.50					
P53	Y AY	11.50	11.50	11.50	11.50					
P54	Y AZ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P55	Y BA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P56	Y BB	11.50	11.50	11.50	11.50					
P57	Y BC	11.50	11.50	11.50	11.50					
P58	Y BD	11.50	11.50	11.50	11.50					
P59	Y BE	11.50	11.50	11.50	11.50					
P60	Y BF	11.50	11.50	11.50	11.50					
P61	Y BG	11.50	11.50	11.50	11.50					
P62	Y BH	11.50	11.50	11.50	11.50					
P63	Y BI	11.50	11.50	11.50	11.50					
P64	Y BJ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P65	Y BK	11.50	11.50	11.50	11.50					
P66	Y BL	11.50	11.50	11.50	11.50					
P67	Y BM	11.50	11.50	11.50	11.50					
P68	Y BN	11.50	11.50	11.50	11.50					
P69	Y BO	11.50	11.50	11.50	11.50					
P70	Y BP	11.50	11.50	11.50	11.50					
P71	Y BQ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P72	Y BR	11.50	11.50	11.50	11.50					
P73	Y BS	11.50	11.50	11.50	11.50					
P74	Y BT	11.50	11.50	11.50	11.50					
P75	Y BU	11.50	11.50	11.50	11.50					
P76	Y BV	11.50	11.50	11.50	11.50					
P77	Y BW	11.50	11.50	11.50	11.50					
P78	Y BX	11.50	11.50	11.50	11.50					
P79	Y BY	11.50	11.50	11.50	11.50					
P80	Y BZ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P81	Y CA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P82	Y CB	11.50	11.50	11.50	11.50					
P83	Y CC	11.50	11.50	11.50	11.50					
P84	Y CD	11.50	11.50	11.50	11.50					
P85	Y CE	11.50	11.50	11.50	11.50					
P86	Y CF	11.50	11.50	11.50	11.50					
P87	Y CG	11.50	11.50	11.50	11.50					
P88	Y CH	11.50	11.50	11.50	11.50					
P89	Y CI	11.50	11.50	11.50	11.50					
P90	Y CJ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P91	Y CK	11.50	11.50	11.50	11.50					
P92	Y CL	11.50	11.50	11.50	11.50					
P93	Y CM	11.50	11.50	11.50	11.50					
P94	Y CN	11.50	11.50	11.50	11.50					
P95	Y CO	11.50	11.50	11.50	11.50					
P96	Y CP	11.50	11.50	11.50	11.50					
P97	Y CQ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P98	Y CR	11.50	11.50	11.50	11.50					
P99	Y CS	11.50	11.50	11.50	11.50					
P100	Y CT	11.50	11.50	11.50	11.50					
P101	Y CU	11.50	11.50	11.50	11.50					
P102	Y CV	11.50	11.50	11.50	11.50					
P103	Y CW	11.50	11.50	11.50	11.50					
P104	Y CX	11.50	11.50	11.50	11.50					
P105	Y CY	11.50	11.50	11.50	11.50					
P106	Y CZ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P107	Y DA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P108	Y DB	11.50	11.50	11.50	11.50					
P109	Y DC	11.50	11.50	11.50	11.50					
P110	Y DD	11.50	11.50	11.50	11.50					
P111	Y DE	11.50	11.50	11.50	11.50					
P112	Y DF	11.50	11.50	11.50	11.50					
P113	Y DG	11.50	11.50	11.50	11.50					
P114	Y DH	11.50	11.50	11.50	11.50					
P115	Y DI	11.50	11.50	11.50	11.50					
P116	Y DJ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P117	Y DK	11.50	11.50	11.50	11.50					
P118	Y DL	11.50	11.50	11.50	11.50					
P119	Y DM	11.50	11.50	11.50	11.50					
P120	Y DN	11.50	11.50	11.50	11.50					
P121	Y DO	11.50	11.50	11.50	11.50					
P122	Y DP	11.50	11.50	11.50	11.50					
P123	Y DQ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P124	Y DR	11.50	11.50	11.50	11.50					
P125	Y DS	11.50	11.50	11.50	11.50					
P126	Y DT	11.50	11.50	11.50	11.50					
P127	Y DU	11.50	11.50	11.50	11.50					
P128	Y DV	11.50	11.50	11.50	11.50					
P129	Y DW	11.50	11.50	11.50	11.50					
P130	Y DX	11.50	11.50	11.50	11.50					
P131	Y DY	11.50	11.50	11.50	11.50					
P132	Y DZ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P133	Y EA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P134	Y EB	11.50	11.50	11.50	11.50					
P135	Y EC	11.50	11.50	11.50	11.50					
P136	Y ED	11.50	11.50	11.50	11.50					
P137	Y EE	11.50	11.50	11.50	11.50					
P138	Y EF	11.50	11.50	11.50	11.50					
P139	Y EG	11.50	11.50	11.50	11.50					
P140	Y EH	11.50	11.50	11.50	11.50					
P141	Y EI	11.50	11.50	11.50	11.50					
P142	Y EJ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P143	Y EK	11.50	11.50	11.50	11.50					
P144	Y EL	11.50	11.50	11.50	11.50					
P145	Y EM	11.50	11.50	11.50	11.50					
P146	Y EN	11.50	11.50	11.50	11.50					
P147	Y EO	11.50	11.50	11.50	11.50					
P148	Y EP	11.50	11.50	11.50	11.50					
P149	Y EQ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P150	Y ER	11.50	11.50	11.50	11.50					
P151	Y ES	11.50	11.50	11.50	11.50					
P152	Y ET	11.50	11.50	11.50	11.50					
P153	Y EU	11.50	11.50	11.50	11.50					
P154	Y EV	11.50	11.50	11.50	11.50					
P155	Y EW	11.50	11.50	11.50	11.50					
P156	Y EX	11.50	11.50	11.50	11.50					
P157	Y EY	11.50	11.50	11.50	11.50					
P158	Y EZ	11.50	11.50	11.50	11.50					
P159	Y FA	11.50	11.50	11.50	11.50					
P160	Y FB	11.50	11.50	11.50	11.50					
P161	Y FC	11.50	11.50	11.50	11.50					
P162	Y FD	11.50	11.50	11.50	11.50					
P163	Y FE	11.50	11.50	11.50	11.50					
P164	Y FF	11.50	11.50	11.50	11.50					
P165	Y FG	11.50	11.50	11.50	11.50					
P166	Y FH	11.50	11.50	11.50	11.50					
P167	Y FI	11.50	11.50	11.50	11.50					

Figura 39

Registro fotográfico ensayo ultrasonido al Puente Chipichape

SERVICIOS TÉCNICOS 		REPORTES DE EXÁMEN MEDICIÓN DE ESPESORES		INFORME NÚMERO 03 LUGAR: CALVIALE DEL CAJICA FECHA: 06 DE JUNIO DEL 2023
PROYECTO: TAPICERÍA POR PROYECTO DE INGENIERÍA PUENTE CHIPICHAPE LUGAR DE INSPECCIÓN: DEL VALLE DEL CAJICA ELEMENTOS INSPECCIONADOS: LUGAR DE PASAJE DEL PUENTE CHIPICHAPE		CLIENTE: SECTOR PRIVADO DE INGENIERÍA ELABORADO POR: JUAN CARLOS MATERIAL: ACERO AL CARBONO		Pág. 4 de 4
REGISTRO FOTOGRAFICO EVIDENCIA DE MEDICIONES				
				
REVISADO POR: ANDRÉS GONZÁLEZ GARCÍA INGENIERO EN CIVIL		REVISADO POR: JUAN CARLOS GARCÍA INGENIERO EN CIVIL		REVISADO POR: Cliente Nombre: _____ Cargo: _____

Nota Registro fotográfico ensayo de ultrasonido Puente chipichape. Tomado [Ficha informe]

OSAQUI 2023

Ensayo de tintas penetrantes

En la inspección de líquidos penetrantes se logra evidenciar y verificar la presencia de fisuras en la estructura metálica en las cuales se encuentra una fisura en la viga 1 en los ejes B y C por impacto de vehículo de carga, además se encuentran se deformaciones en las uniones con los anclajes en la viga 1 eje e y f.

Figura 41

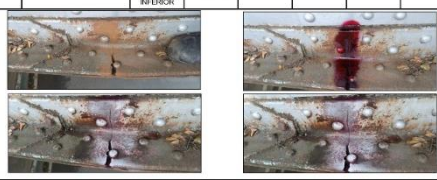
Ensayo de tintas penetrantes

SERVICIOS TÉCNICOS		REPORTE DE INSPECCIÓN LÍQUIDOS PENETRANTES				
INFORME PT-23		PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENDO PUENTE CHIPCHAPE				
EMPRESA O CLIENTE JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA		LUGAR/ÁREA: CAJÍ CALLE DEL CAUCA	FECHA: 08 DE JUNIO DEL 2023	HOJA DE 2 2		
PARTE INSPECCIONADA: ESTRUCTURA METÁLICA PUENTE CHIPCHAPE						
ESTADO DE LA SUPERFICIE:		MATERIAL: ACERO AL CARBÓN		TIEMPO DE PENETRACIÓN:	TIEMPO DE REVELADO:	
RUGOSA ☒ ESMERILADA ☐ MAQUINADA ☐ PULIDA ☐ CEPILLADA ☐ POROSA ☐		PROCESO DE SOLDADURA: N/A LONGITUDINAL ☐ CIRCULAR ☐		20'	10' A 15'	
INDICACIONES:		TIPO PENETRANTE Y REVELADOR:		MATERIAL:		
FL: FISURA LONGITUDINAL ☐ FT: FISURA TRANSVERSAL ☐ PA: POROSIDAD AGRUPADA ☐ PP: POROSIDAD AISLADA ☐ G: GRIETAS ☐ SC: SOCACAVACIONES ☐ FF: FALTA DE FUSIÓN ☐ E: ESCORIAS ☐		REVELADOR: PENETRANTE SRL-WPS REVELADOR IND-62 MAGNAFLUX POST-EMULSIFICABLE: ☐		METODO DE REMOCIÓN: LAVABLE CON REMOVEDOR ☐		
NORMA O CÓDIGO DE REFERENCIA: AWS D1.1 STRUCTURAL WELDING CODE						
DEFORMACIÓN DE LAS VIGAS DE LOS EJES E, F Y G ENTRE LOS EJES N°5 Y N°6						
ITEM	IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	SUPERFICIE INSPECCIONADA mm	TOTAL INSPECCIONADO mm	TIPO DE INDICACIÓN	CALIFICACIÓN
1	DEFORMACIÓN VIGA E	ENTRE EJE N°5 Y N°6	250mm X 250mm	250mm X 250mm	PITTING	X
2	DEFORMACIÓN VIGA F	ENTRE EJE N°5 Y N°6	250mm X 250mm	250mm X 250mm	PITTING	X
3	DEFORMACIÓN VIGA G	ENTRE EJE N°5 Y N°6	250mm X 250mm	250mm X 250mm	PITTING	X
						
OBSERVACIONES: En los áreas donde se observaron unas deformaciones en los límites del patín superior de las vigas de los E, F, y G entre los ejes N°5 y N°6 no se evidenciaron indicaciones que deban ser consideradas como relevantes, por lo tanto se encuentran aceptables.						
INSPECCIONADO POR:		REVISADO:	CLIENTE:			
 ANCIKAN IZQUIERDO AGUDELO Nivel II PT CERT. N° PT-6-62-21-6653		 ORLANDO SANCHEZ QUIJANO SERVICIOS TÉCNICOS OSAQUI	JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA FECHA ELABORACIÓN: 13-06-2023			

Nota Ficha resultados ensayo de tintas penetrantes Puente chipichape. Tomado [Ficha de informe] OSAQUI 2023

Figura 40

Resultados de ensayo de tintas penetrantes

SERVICIOS TÉCNICOS		REPORTE DE INSPECCIÓN LÍQUIDOS PENETRANTES				
INFORME PT-23		PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENDO PUENTE CHIPCHAPE				
EMPRESA O CLIENTE JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA		LUGAR/ÁREA: CAJÍ CALLE DEL CAUCA	FECHA: 08 DE JUNIO DEL 2023	HOJA DE 1 2		
PARTE INSPECCIONADA: ESTRUCTURA METÁLICA PUENTE CHIPCHAPE						
ESTADO DE LA SUPERFICIE:		MATERIAL: ACERO AL CARBÓN		TIEMPO DE PENETRACIÓN:	TIEMPO DE REVELADO:	
RUGOSA ☒ ESMERILADA ☐ MAQUINADA ☐ PULIDA ☐ CEPILLADA ☐ POROSA ☐		PROCESO DE SOLDADURA: N/A LONGITUDINAL ☐ CIRCULAR ☐		20'	10' A 15'	
INDICACIONES:		TIPO PENETRANTE Y REVELADOR:		MATERIAL:		
FL: FISURA LONGITUDINAL ☐ FT: FISURA TRANSVERSAL ☐ PA: POROSIDAD AGRUPADA ☐ PP: POROSIDAD AISLADA ☐ G: GRIETAS ☐ SC: SOCACAVACIONES ☐ FF: FALTA DE FUSIÓN ☐ E: ESCORIAS ☐		REVELADOR: PENETRANTE SRL-WPS REVELADOR IND-62 MAGNAFLUX POST-EMULSIFICABLE: ☐		METODO DE REMOCIÓN: LAVABLE CON REMOVEDOR ☐		
NORMA O CÓDIGO DE REFERENCIA: AWS D1.1 STRUCTURAL WELDING CODE						
VIGA N°1 ENTRE LOS EJES B Y C						
ITEM	IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	SUPERFICIE INSPECCIONADA mm	TOTAL INSPECCIONADO mm	TIPO DE INDICACIÓN	CALIFICACIÓN
1	FISURA TRANSVERSAL	VIGA N°1 ENTRE LOS EJES B Y C. PATÍN INFERIOR	120mm X 120mm	1000mm	FT	X
						
OBSERVACIONES: Se inspecciona una fisura localizada en la viga del eje N°1 entre los ejes B y C en la lámina del patín inferior y en el refuerzo, esta zona se vio afectada por un fuerte impacto de un vehículo de carga que quedo atrapado en esta zona.						
INSPECCIONADO POR:		REVISADO:	CLIENTE:			
 ANCIKAN IZQUIERDO AGUDELO Nivel II PT CERT. N° PT-6-62-21-6653		 ORLANDO SANCHEZ QUIJANO SERVICIOS TÉCNICOS OSAQUI	JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA FECHA ELABORACIÓN: 13-06-2023			

Nota Ficha resultados ensayo de tintas penetrantes Puente chipichape. Tomado [Ficha informe]

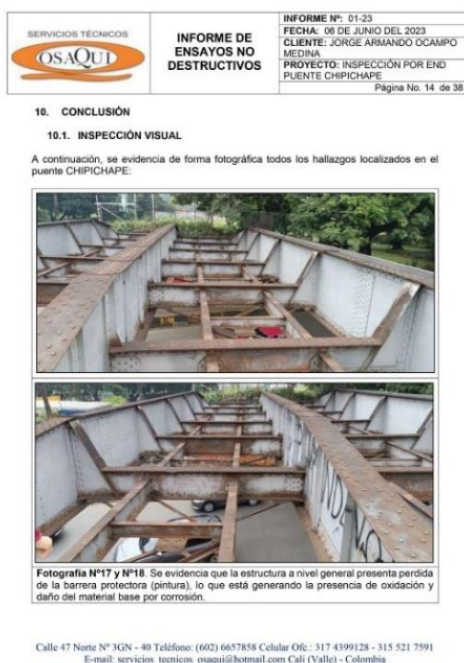
OSAQUI 2023

Inspección visual

En la inspección visual realizada al puente chipichape se evidencia la pérdida de barrera protectora lo que genera oxidación en la estructura y daño de los materiales debido a la corrosión esta se presenta en secciones de las vigas, viguetas, en los anclajes y puntos centrales de la estructura. Corrosión generada por las condiciones medio ambientales, falta de recubrimiento a la estructura y mantenimiento.

Figura 42

Resultado ensayo de inspección visual



Nota: Ficha resultados ensayo de inspección visual al Puente chipichape. Tomado [Ficha de informe]

OSAQUI 2023

Figura 43

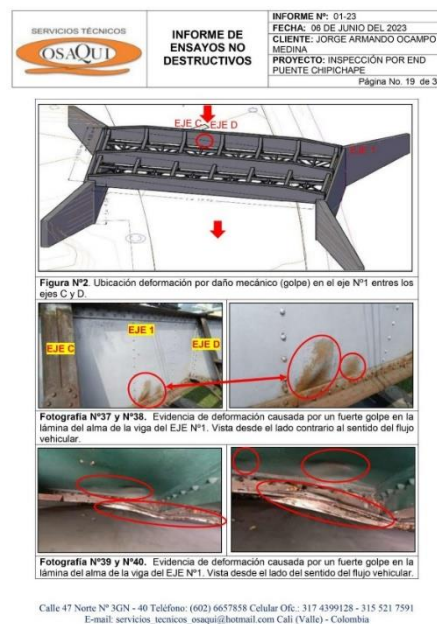
Resultados inspección visual lesiones en los ejes de la estructura



Nota Ficha resultados ensayo de inspección visual al Puente chipichape. Tomado [Ficha de informe] OSAQUI 2023

Figura 44

Análisis del ensayo de inspección visual



Nota Ficha resultados ensayo de inspección visual al Puente chipichape. Tomado [Ficha de informe] OSAQUI 2023

Estudio de suelos

Los análisis de suelos proporcionaron información crucial sobre la tipología y composición del suelo presente en las zonas cercanas a los estribos del puente Chipichape. Esto nos permitió comprender las características geotécnicas del terreno, incluyendo su capacidad portante, resistencia y comportamiento frente a cargas. Estos datos fueron fundamentales para evaluar la estabilidad y seguridad de la cimentación del puente, así como para determinar si existían condiciones adversas que pudieran afectar su integridad estructural

Figura 45

Informe estudio de suelos



Nota: Informe ensayo estudio de suelos Puente chipichape. Tomado [Informe general]

GEOCONTROL SAS 2023

Figura 47

Resultados sondeo 1 estudio de suelos

GEOCONTROL S A S				
LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES E INTERVENCIONES				
REGISTRO DE PERFORACIÓN DEL SUBSUELO				
CLIENTE	Ing. JORGE OCAMPO		N° 825984	
PROYECTO	PUENTE FERROVIARIO CHIPICHAPE		E: 1081240	
SONDEO #	1			
FECHA	JUNIO 21 DE 2023			
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No.	GOLPES No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
1,00			Relento limo-arcilloso de color café oscuro con vetas gris y un porcentaje bajo de desechos de construcción	
2,00	1-2-3		Limo-arcilloso color gris oscuro con vetas café	
3,00	4-6-7		ML	
4,00	8-10-10			
5,00	10-11-11		Limo-arcilloso color gris oscuro con vetas café y gris azulado, algunos gravas.	
6,00	18-20-9		ML	
Profundidad de la capa fríasca: NO APARECE Muestra de tipo: CUCHARA PARTIDA Peso Martillo: 63,5kg Cauda Libre: 30"				

Nota: Resultados informe ensayo estudio de suelos Puente chipichape. Tomado [Informe general] GEOCONTROL SAS 2023

Figura 46

Resultados sondeo 2 Estudio de suelos Puente Chipichape

GEOCONTROL S A S				
LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES E INTERVENCIONES				
REGISTRO DE PERFORACIÓN DEL SUBSUELO				
CLIENTE	Ing. JORGE OCAMPO		N° 825984	
PROYECTO	PUENTE FERROVIARIO CHIPICHAPE		E: 1081240	
SONDEO #	2			
FECHA	JUNIO 21 DE 2023			
PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No.	GOLPES No.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
1,00			Relento limo-arcilloso de color café oscuro con vetas gris y un porcentaje bajo de desechos de construcción	
2,00	1-3-2		Limo-arcilloso color gris oscuro con vetas café	
3,00	3-7-8		ML	
4,00	8-8-8			
5,00	11-10-11		Limo-arcilloso color gris oscuro con vetas café y gris azulado, algunos gravas.	
6,00	21-30-2		ML	
Profundidad de la capa fríasca: NO APARECE Muestra de tipo: CUCHARA PARTIDA Peso Martillo: 63,5kg Cauda Libre: 30"				

Nota Resultados informe ensayo estudio de suelos Puente chipichape. Tomado [Informe general] GEOCONTROL SAS 2023

Figura 48

Resultados informe estudio de suelos por cargas

GEOCONTROL S A S
LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS CIVILES E INTERVENCIONES

PROYECTO: PUENTE FERROVIARIO CHIPICHAPE
CLIENTE: Ing. JORGE OCAMPO
FECHA: JUNIO DE 2023

FILAS PERFORADAS EN SUELOS COHESIVOS - CAPACIDAD DE CARGA

CARGA POR PUNTA

$Q_p = Q_{unconf} = (A_p/C_u)N_u/f_s$
donde:
 Q_p = Carga Vertical
 Q_u = Carga por Punta
 C_u = Carga por Fricción
 N_u = Cohesión no drenada
 f_s = Se toma usualmente 9 cuando la relación L/D es mayor o igual a 4
 A_p = Área del pilote
 $f_s = 3$

Tabla 1. Cálculo de Carga por Punta, Q_p

Ø Pila (Diámetro)	A_p (Área Pila) (Ton)	C_u	N_u	L (Longitud) (Ton)	Q_p (Ton)	Q_p (Kg/cm ²)
0,20	0,031	18,75	9	5,5	1,77	2,8
0,40	0,125	18,75	9	5,5	7,07	
0,60	0,283	18,75	9	5,5	15,90	
0,80	0,503	18,75	9	5,5	29,27	
1,00	0,785	18,75	9	5,5	44,18	
1,20	1,131	18,75	9	5,5	63,02	
1,40	1,558	18,75	9	5,5	88,09	
1,60	2,011	18,75	9	5,5	115,10	

CARGA POR FRICCIÓN

$Q_f = (Q_u/C_u)P/f_s$
donde: $\alpha = 0,5$
 C_u = Cohesión = $N_{procedido}$
 P = Perímetro de la Sección Transversal Piloto
 L = Longitud del Pilote
 $f_s = 2$

Tabla 2. Cálculo de Carga por Fricción, Q_f

Ø Pila (Diámetro) (Ton)	C_u	α	P (Perímetro) (Ton)	L (Longitud) (Ton)	Q_f (Ton)	Q_f (Kg/cm ²)
0,20	10,00	0,5	2,03	5,5	5,54	10,41
0,40	10,00	0,5	4,06	5,5	11,08	24,30
0,60	10,00	0,5	6,09	5,5	16,62	41,82
0,80	10,00	0,5	8,12	5,5	22,16	52,33
1,00	10,00	0,5	10,15	5,5	27,70	67,39
1,20	10,00	0,5	12,18	5,5	33,24	82,45
1,40	10,00	0,5	14,21	5,5	38,78	97,51
1,60	10,00	0,5	16,24	5,5	44,32	112,57

OBSERVACIONES:

Nota Resultados informe ensayo estudio de suelos Puente chipichape. Tomado [Informe general] GEOCONTROL SAS 2023

8.3 Historia Clínica

8.3.1 Responsables del estudio

Constructor Jorge Armando Ocampo Medina – Constructor en arquitectura e ingeniería de la Universidad Santo Tomas de Bogotá estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

Arq. Heisel Juliana Cardenas Pulido- Arquitecta de la Universidad Santo Tomas Tunja estudiante de la Especialización en Patología de la Construcción.

8.3.2 Fecha de Realización del Estudio

El estudio inicia desde el mes de agosto de 2022 a mayo de 2023, incluidos los pasos del estudio, la ubicación del paciente, la información historia clínica, inspección visual, determinación de las lesiones, causas, diagnóstico patológico y propuestas de intervenciones.

8.3.3 Datos generales del paciente

Esta estructura es considerada Patrimonio Municipal. Consiste en una estructura metálica que da origen a uno de los antiguos pasos férreos que llevaban este tipo de transporte hacia los talleres del Sistema de Ferrocarriles Nacionales del Suroccidente del país.

Acerca de su concepción estructural e historial de diseño, se conoce que fue diseñado alrededor del año 1935 por el Ingeniero Arturo Yusti quien proyectó una estructura con tablero inferior apoyado sobre dos estribos que probablemente son de concreto ciclópeo. La carga de diseño utilizada probablemente fue una locomotora tipo Cooper 50. Aunque se desconoce el tipo de cimentación, se asume que se trata de una zapata apoyada directamente sobre el terreno natural a una profundidad no menor de 1.50 metros, estrato en el cual, según el estudio de suelos, la capacidad de soporte está alrededor de los 1.5 Kg/cm².

Datos específicos del estudio.

El puente de Chipichape es una estructura de metálica de más de 85 años. Se verifica mediante examen visual a los componentes de la estructura. Iniciando por realizar esta actividad siguiendo las siguientes etapas; primero inspeccionar los de forma macro a micro

teniendo en cuenta las determinantes y vecinos cercanos luego la super estructura y por último la cimentación.

Se realiza un diagrama general de los elementos de la estructura, que puede ser utilizado para determinar la ubicación de los distintos daños identificados. Contiene un resumen de los tipos de daños más comunes en estructuras de concreto ciclópeo y estructuras metálicas. Mapeo y cuantificación de daños existentes en cada elemento de la estructura, registro detallado.

Se proporciona un reportaje fotográfico por cada daño detectado. Una vez finalizada la inspección, se debe preparar un registro general del estado de la estructura, en el que se indique clara y claramente la descripción de la estructura y los diversos daños visibles de los elementos, su ubicación y, en su caso, la necesidad. llevar a cabo una inspección detallada y llevar a cabo pruebas especiales.

Normativa actual que lo rige y datos sísmicos: Para el presente trabajo se verificará si la estructura en estudio pertenece a los diseños estandarizados del Ministerio de Obras Públicas y Transporte MOPT, se tendrá en cuenta el Reglamento Técnico General de Obras Viales del Ministerio de Obras Públicas y Transporte y las cartillas de diseño de puentes y pontones del Fondo Nacional de Caminos Vecinales las cuales tienen su última emisión en el año de 1993 y sintetiza todos los diseños desde el año de 1960 desde que fue creado el Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

Se tendrá en cuenta el antiguo Código de Diseño Sísmico de Puentes de 1995 (CCDSP-95), y el nuevo código de puentes CCP-14 con las Reglamentos y normas

contenidos en el documento. La excepción NSR-10 en la sección A.1.2.4 especifica que esta norma NSR-10 sobre estructuras resistentes a terremotos se aplica a edificios o viviendas y no aplica a:

A.1.2.4.1 El diseño y construcción de estructuras especiales tales como puentes, torres de transmisión, torres y equipos industriales, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas construcciones diferentes de edificaciones. Teniendo en cuenta lo anterior esta reglamentación no se tomará en cuenta en el presente estudio.

Uso previsto actual: Como una de las Mega obras de infraestructura el puente de chipichape es un proyecto que será una apuesta para dinamizar el espacio público, la conectividad vial y el disfrute de los peatones caleños.

La importancia patrimonial del puente Chipichape es única debido al arraigo y sentido de pertenencia por el antiguo ferrocarril por el cual pasaba el tren que llegaba a Cali. Esta estructura contará con bici carriles y espacio público para los peatones. “Valorar en primer lugar el puente con tipo remaches, único en la ciudad con una gran tradición. Antes servía para conducir vagones de trenes de carga, ahora lo estamos recuperando en su estructura y funcionalidad para que pase la gente y el ciclo peatonal”, Mauricio Otero, arquitecto del proyecto puente Chipichape.

8.3.4 Datos de las lesiones

Visualmente, en el puente se observan procesos de corrosión, pero en relación con su desempeño, se puede inferir que más de 85 años después de su construcción no se evidencian signos de asentamientos o fallas por insuficiencia en la capacidad portante.

Figura 49

Corrosión en estructura metálica del puente

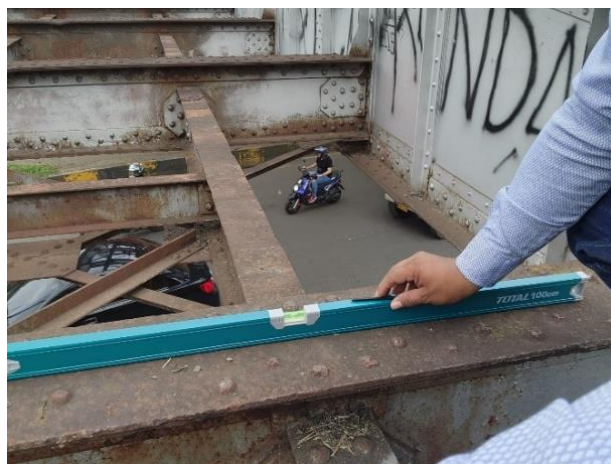


Nota Corrosión de vigas en la estructura del puente chipichape Tomado Puente chipichape

[Fotografía] Fuente Propia

Figura 50

Nivel sobre la estructura metálica del puente



Nota Toma de niveles sobre la estructura del puente chipichape Tomado Puente chipichape

[Fotografía] Fuente Propia

Estructuralmente, el puente presenta una luz de aproximadamente 18.3 metros, apoyada sobre dos estribos que limitan con la zona de circulación peatonal que actualmente se encuentra.

Los miembros de la cercha se unen mediante platinas, soldadas o pernadas según se muestra. Está conformado por tres vigas longitudinales con altura variable entre los 1.10 y 1.60 metros, con lo cual se identifican dos carriles de circulación cada uno de sección de 3.65 metros.

Figura 51

Vigas de la estructura



Nota Corrosión de vigas en la estructura del puente chipichape Tomado Puente chipichape

[Fotografía] Fuente Propia

Al interior de cada sección, se encuentran dos vigas longitudinales de sección I con separación de 1.40 metros y que conforman el cuerpo de circulación del tablero para el vehículo férreo. Estas vigas son de altura constante de 34 centímetros y aletas de 14 centímetros y están arriostradas cada 1.35 metros mediante perfiles metálicos de 0.18 metros de altura y 0.825 de ancho en las aletas.

Transversalmente la estructura existente tiene siete vigas de sección I en su extremo inferior entre las cuales se sostiene una lámina de calibre 7.0 milímetros que en conjunto dan una altura total de 51 centímetros para el elemento estructural. La separación entre estos elementos es de 2.80 metros. Tal como se enunció, los estribos existentes posiblemente se construyeron en concreto ciclópeo. Sus dimensiones actuales presentan una longitud de 9.00 metros con un ancho aproximado de 2.00 metros, los cuales a simple vista evidencian un adecuado comportamiento, sin signos de asentamientos de la cimentación o fallas debidas a insuficiencia en la capacidad portante

8.3.5 Descripción de la patología del paciente

Actualmente la estructura del puente Chipichape no contiene ninguna capa de rodadura debido a que este pontón férreo no está en servicio y es de carácter patrimonial para la ciudad según resolución emitida por la alcaldía municipal. En las áreas aledañas se encuentra solo una vía lateral de paso que no contiene capas de rodadura solo es un afirmado para contención de las vías férreas.

Figura 52

Puntos de acceso al puente



Nota Puntos de acceso al puente chipichape Tomado Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

Superficie del puente y puntos de acceso. En la inspección visual en sitio, no se encontró que la estructura se le hayan practicado algún tipo de adecuación, modificación o intervención. Las fachadas de los estribos se pintan constantemente con diferentes temas alusivos a la cultura de Cali, que de cierta manera protegen las fachadas del concreto.

Se destaca que en la estructura metálica se ha pintado con pinturas anticorrosivas color gris en las vigas principales, pero no se realizado el respectivo mantenimiento en el tiempo en toda la estructura, pues en las zonas altas de la vigas principales y parte de la estructura ya no contiene esta pintura

8.3.6Clasificación y origen de la patología

Figura 53

Corrosión de la estructura



Nota Corrosión de vigas en la estructura del puente chipichape Tomado Puente chipichape

[Fotografía] Fuente Propia

Figura 54*Corrosión de vigas*

Nota Corrosión de vigas en la estructura del puente chipichape Tomado Puente chipichape

[Fotografía] Fuente Propia

Los niveles de corrosión están medianamente presentes en todas las superficies de la estructura metálica debido a la falta de mantenimiento de la estructura y la exposición al medio ambiente generando puntos específicos donde probablemente se acumula el agua lluvia y exposición de los agentes químicos de la polución e hidrocarburos provenientes de los vehículos que diariamente transitan por debajo de la estructura

Figura 55*Corrosión en remaches*

Nota Corrosión de remaches en la estructura del puente chipichape Tomado Puente

chipichape [Fotografía] Fuente Propia

También es notoria la corrosión directa en las cabezas de los remaches que están expuestas al medio y que ya no contienen la película de protección que deja la pintura. La estructura metálica no posee ningún tipo de andén o paso perimetral ligado a la estructura, pero sí existe en la base de los estribos andenes de a vía por debajo del puente que están en buen estado sin ningún agrietamiento en la actualidad.

Figura 56

Estado del espacio público del lugar



Nota Espacio público que compone la primera escala del puente chipichape Tomado Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

Grietas verticales en la unión entre los estribos y las aletas Se encontraron en la inspección, lesiones entre las uniones de estribos en todos los costados de la estructura con pérdida del material de recubrimiento del concreto con medidas de abertura de 4,6mm

Figura 58*Agrietamiento en estribo derecho**Nota* Agrietamiento en los estribos Tomado de Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia**Figura 57***Agrietamiento en estribo izquierdo**Nota* Agrietamiento en los estribos Tomado de Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

Lesiones físicas, filtraciones por defecto de mantenimiento y envejecimiento, humedad por condensación. Es apreciable como aparecen lesiones debido al afloramiento de material vegetal debido a las grietas de la estructura donde se han establecido algunas plantas nativas como se puede evidenciar.

Figura 60

Presencia de organismos vegetales en la estructura



Nota Presencia de organismos vegetales en los estribos del puente Tomado de Puente chipichape

[Fotografía] Fuente Propia

Figura 59

Presencia de organismos vegetales en los estribos



Nota Presencia de organismos vegetales en los estribos del puente Tomado de Puente

chipichape [Fotografía] Fuente Propia

8.3.7 Arquitectura

La arquitectura del lugar donde se encuentra el paciente, el espacio público tales como los andenes y bordillos, tomando en cuenta sus daños o lesiones, en nuestro caso el Puente posee un andén en el paso peatonal, cabe destacar que se detectó fracturas y fisuras.

Iluminación: El procedimiento descrito en el Manual de Inspección de Puentes y Pontones del INVIAE establece que se debe verificar la presencia y funcionamiento de los elementos de iluminación (focos, farolas, farolas). Para el puente en estudio, como se evidencia, la estructura no tiene iluminación y solo está iluminada indirectamente.

Figura 61

Iluminación en el sector



Nota Iluminación en el sector del puente Tomado de Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

Señalización Incluye señalización durante la inspección visual de estructuras. Este punto se refiere a la verificación de la señalización existente en el campo de las estructuras de puentes. Se debe verificar la existencia, legibilidad, visibilidad y límites de velocidad de las

señales horizontales y verticales existentes. Se evidencia la ausencia de unas señalizaciones adecuadas en el lugar.

Figura 62

Señalización en el sector



Nota Señalización en el sector del puente Tomado de Puente chipichape [Fotografía] Fuente Propia

Drenajes: La metodología del INVIAS requiere inspecciones para verificar que tanto el drenaje transversal como el longitudinal de la vía funcionen correctamente y que no exista agua estancada en la superficie del puente o estructura investigada, me refiero a los hechos. De acuerdo con el Código de diseño sísmico de puentes de Columbia CCP-14, el drenaje longitudinal debe ser proporcionado por tuberías o desagües, cuyo número y tamaño, en el caso de la estructura debajo, debe ser suficiente para ventilar la losa del piso o las canaletas. Considere si los elementos de drenaje están presentes como se muestra a continuación.

Figura 63*Drenajes del lugar*

Nota Drenajes del lugar de la ubicación puente Tomado de Puente chipichape [Fotografía]

Fuente Propia

8.3.8 Estructura

Estructuralmente, el puente presenta una luz de aproximadamente 18.3 metros, apoyada sobre dos estribos que limitan con la zona de circulación peatonal que actualmente se encuentra.

Las fracciones de la cercha se articulan mediante pletinas, soldadas o pernadas según se muestra. Está conformado por tres vigas longitudinales con altura variable entre los 1.10 y 1.60 metros, con lo cual se identifican dos carriles de circulación cada uno de sección de 3.65 metros.

Al interior de cada sección, se encuentran dos vigas longitudinales de sección I con separación de 1.40 metros y que conforman el cuerpo de circulación del tablero para el vehículo férreo. Estas vigas son de altura constante de 34 centímetros y aletas de 14

centímetros y están arriostradas cada 1.35 metros mediante perfiles metálicos de 0.18 metros de altura y 0.825 de ancho en las aletas

Transversalmente la estructura existente tiene siete vigas de sección I en su extremo inferior entre las cuales se sostiene una lámina de calibre 7.0 milímetros que en conjunto dan una altura total de 51 centímetros para el elemento estructural. La separación entre estos elementos es de 2.80 metros.

Tal como se enunció, los estribos existentes posiblemente se construyeron en concreto ciclópeo. Sus dimensiones actuales presentan una longitud de 9.00 metros con un ancho aproximado de 2.00 metros, los cuales a simple vista evidencian un adecuado comportamiento, sin signos de asentamientos de la cimentación o fallas debidas a insuficiencia en la capacidad portante.

Puente tipo remaches único en la ciudad de Cali que antes fue utilizado para vagones de carga ahora será para paso peatonal y ciclovia, la cual permitirá unir el parque de la música con la zona comercial y hotelera de la avenida seta con calle 36 Norte entre Avenidas 4 Norte y 6B Norte (Chipichape) y el Espacio Público de su área de influencia.

8.3.9 Estudio de suelos

Se ha considerado la toma de varios apiques de forma lateral y en la sección de los andenes cerca de las bases de los estribos. El antiguo puente férreo de chipichape se caracteriza por tener un suelo predominantemente arcilloso y abundante en materia orgánica.

Este tipo de suelo es común en áreas con alta precipitación y en cuencas rodeadas de montañas, como es el caso de Chipichape.

8.4 Diagnostico

Después de realizar todo el procedimiento de historia clínica y pruebas diagnósticas, la causa primaria o patología encontrada en el puente Chipichape ubicado en la avenida sexta con calle 66 es la falta de mantenimiento la estructura metálica teniendo en cuenta que la estructura fue construida en el año 1935 y funcionó hasta 1975, época desde la cual no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento, lo que llevó a la corrosión de la estructura específicamente en las vigas que soportan el puente, esto evidencia en la pintura desprendimiento del material y humedades presentadas debido a la presencia vegetal el puente que actualmente no está en funcionamiento y fue declarado como bien de interés cultural de la ciudad de Cali Valle del cauca sin embargo al presentarse este deterioro el puente corre riesgo de colapsar si no se interviene. Este diagnóstico se soporta en que ha revelado importantes hallazgos sobre su estado actual y los problemas que presenta.

8.4.1 Lesiones

Durante la inspección visual, se observaron lesiones químicas como procesos de corrosión en varias áreas de la estructura, especialmente en los elementos metálicos expuestos a la intemperie. Se identifica lesiones mecánicas como una grieta superficial en una de las vigas longitudinales, principalmente en las zonas de unión entre las partes de la estructura. Otra lesión mecánica es la de desprendimientos de pintura que presenta, lo que indica una falta de mantenimiento adecuado a los estribos que componen la estructura del

puente metálico. La evaluación de las lesiones químicas de la corrosión, se realizaron mediciones de espesor las cuales revelaron áreas con un espesor reducido debido a este proceso. En donde se identificaron dos tipos de corrosión: uniforme y localizada. En la estructura, se realiza un modelado computacional el cual muestra que el puente no presenta desplazamientos significativos ni deformaciones que comprometan su estabilidad. Sin embargo, es de gran importancia destacar la presencia de lesiones químicas tales como los procesos de corrosión los cuales requieren atención. El estudio de suelos reveló que el suelo de la cimentación tiene una capacidad de soporte adecuada para las cargas actuales del puente. Esto indica que la base del puente está sólidamente cimentada en el terreno. En el análisis de materiales, se realizaron pruebas de laboratorio que demostraron que el acero utilizado en la estructura cumple con los estándares de resistencia requeridos. Además, se encontró que el concreto se encuentra en buen estado y cumple con las especificaciones de diseño. El antiguo puente ferroviario de Chipichape reveló la presencia de lesiones mecánicas y químicas de procesos de corrosión, grietas y desprendimiento de pintura. Sin embargo, se determinó que no existen deformaciones ni desplazamientos significativos que comprometan la estabilidad estructural del puente. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para llevar a cabo las acciones de mantenimiento y conservación necesarias para preservar la integridad de la estructura a largo plazo.

8.4.2 Ensayos destructivo y no destructivo

Ensayos no destructivos.

Inspección Visual (VT): Esta técnica requiere una gran cantidad de información sobre las características de la obra que se examina para interpretar correctamente las posibles

claves. Usado correctamente como una inspección preventiva, puede detectar problemas que pueden magnificarse en los pasos posteriores de fabricación.

Líquidos penetrantes (PT): Las pruebas de líquidos penetrantes detectan y ubican discontinuidades superficiales en el material que se está inspeccionando. Este método consiste en aplicar un líquido coloreado o fluorescente sobre la superficie a examinar y dejarlo penetrar en todas las discontinuidades provocadas por la capilaridad. Después de un cierto tiempo, se elimina el exceso de líquido y se aplica revelador. Esto recoge cualquier líquido que entre en el corte y traza su contorno en la capa de revelador. Los campos de aplicación de esta tecnología van desde la inspección de piezas importantes, como piezas aeroespaciales, hasta cerámicas, como vajillas para el hogar

Ultrasonido: Un método para evaluar el grosor y la estructura interna de una muestra mediante la aplicación de ondas ultrasónicas de alta frecuencia. Las frecuencias o emisiones utilizadas en ultrasonido están por encima de los límites audibles del oído humano, típicamente en el rango de 500 kHz a 20 MHz.

Ensayos destructivos.

Siendo esta estructura un BIC (Bien de interés cultural) se encuentra protegido como bien patrimonial por parte de la entidad municipal en este caso la alcaldía de Cali por lo cual no es posible elaborar ensayos destructivos a la estructura.

9. Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

9.1 Tipo de suelo y sus características

La clasificación general del suelo en la zona de Chipichape en Cali, según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la ciudad, es de suelo urbano consolidado.

Esta clasificación se refiere a suelos que ya han sido urbanizados y que cuentan con servicios públicos y equipamientos urbanos suficientes para satisfacer las necesidades de la población. Esto significa que la zona de Chipichape tiene una alta densidad de población y una amplia oferta de servicios y equipamientos urbanos, como viviendas, centros comerciales, hospitales, parques y vías de transporte.

Es importante mencionar que esta clasificación se basa en una serie de criterios que incluyen no solo la composición del suelo, sino también su uso y ocupación, su capacidad para soportar la urbanización y las normativas y regulaciones urbanísticas aplicables en cada zona.

El antiguo puente férreo de chipichape se caracteriza por tener un suelo predominantemente arcilloso y abundante en materia orgánica. Este tipo de suelo es común en áreas con alta precipitación y en cuencas rodeadas de montañas, como es el caso de Chipichape

La presencia de materia orgánica se debe a la descomposición de los residuos vegetales y animales que se acumulan en la zona. La arcilla es un tipo de suelo que retiene

bien el agua y los nutrientes, lo que lo hace adecuado para la agricultura. Además, debido a la topografía de la zona, se han presentado algunos problemas de inestabilidad de los suelos en áreas con pendientes pronunciadas. La construcción de infraestructuras como carreteras y edificios en estas áreas puede requerir medidas especiales para asegurar la estabilidad del suelo y prevenir deslizamientos.

La zona de Chipichape en Cali tiene un suelo arcilloso y rico en materia orgánica, lo que es común en áreas con alta precipitación. La topografía de la zona puede generar algunos problemas de estabilidad del suelo en áreas con pendientes pronunciadas, lo que puede requerir medidas especiales para la construcción de infraestructuras.

Figura 64

Características del suelo puente ferroviario Chipichape

De acuerdo con los estudios geotécnicos que mencionó, los suelos en la zona del puente Chipichape presentan las siguientes características:
1. Composición: Principalmente arcilloso-arenoso (CH y MH) con un promedio de 16% de grava y 32% de arena.
2. Humedad natural: Varía entre 15 y 55%, con un valor representativo del 30%.
3. Límite líquido: Varía entre 40 y 100% con un valor promedio de 65%.
4. Límite plástico: Se sitúa entre el 20 y 50% con valores representativos del 35%.
5. Índices de plasticidad: Distribución sesgada a la izquierda entre 10 y 70% con un valor promedio de 35%.
6. Pesos unitarios total y seco: Valores representativos de 1.86 y 1.4 gr/cm ³ respectivamente.
7. Resistencia a la compresión simple: Valor promedio de 3.0 kg/cm ² .
8. Valores de N del SPT: Distribución sesgada a la izquierda con un pico en los 15 golpes/pie y un promedio de 20 golpes/pie, mostrando que cerca del 9% de las pruebas tienen más de 50 golpes/pie
9. Valores de N del SPT: Distribución sesgada a la izquierda con un pico en los 15 golpes/pie y un promedio de 20 golpes/pie, mostrando que cerca del 9% de las pruebas tienen más de 50 golpes/pie

Nota: Características del suelo del puente chipichape composición, humedad natural, límite líquido, límite plástico, índices de plasticidad, pesos unitarios, resistencias a compresión.

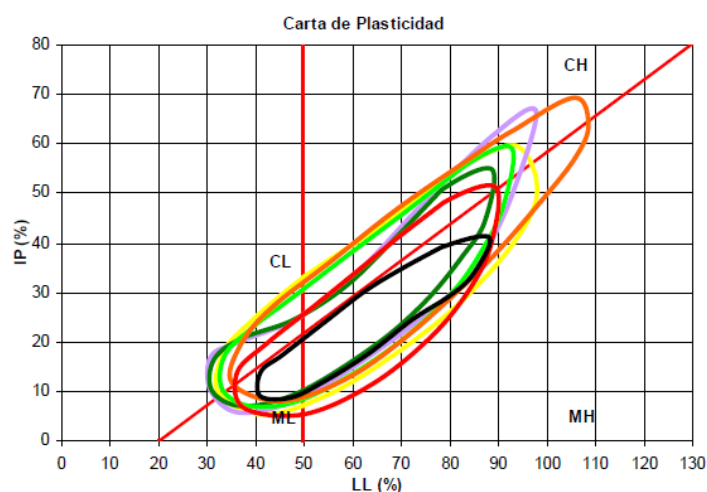
Tomado de [Libro estudio de microzonificación sísmica Santiago de Cali] Convenio 02 del 2002

Carta de plasticidad puente chipichape

En las siguientes **figuras 46** se muestra Carta de plasticidad y en la **figura 47** la variación del N (SPT) para las Zonas Geotécnicas (Zona 6a. Abanico de Menga y de El Bosque) DAPM. Mapa digital de Cali.2015

Figura 65

Carta de plasticidad



Convenciones

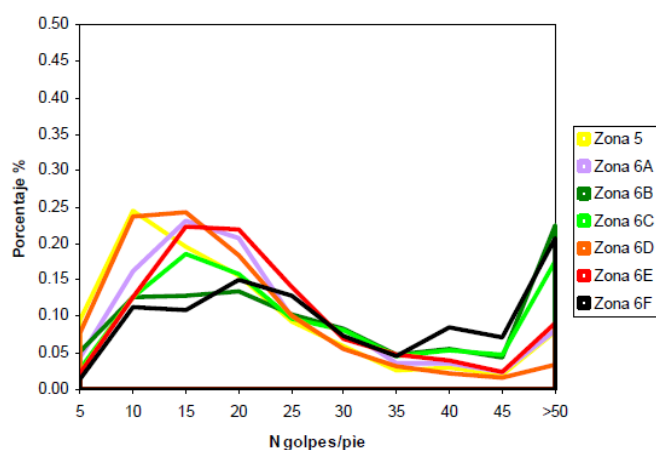
6A	Zona del Puente Chipichape
----	----------------------------

Nota: Curvas de nivel cada 5 metros y drenajes urbanos y suburbanos, escala 1:1,000.

Tomado de departamento administrativo de planeación municipal / DAPM. Mapa digital de Cali: sistema de información geográfica de Cali –. [Información preliminar en medio magnético.] SIGCALI. 2018

Figura 66

Valores de resistencia a compresión simple



Convenciones

6A	Zona del Puente Chipichape
----	----------------------------

Nota: Curvas de nivel cada 5 metros y drenajes urbanos y suburbanos, escala 1:1,000.

Tomado de departamento administrativo de planeación municipal / DAPM. Mapa digital de Cali: sistema de información geográfica de Cali –. [Información preliminar en medio magnético.] SIGCALI. 2018

Cuando se considera una intervención en una estructura como el Puente Férreo de Chipichape, es importante tener en cuenta las características del suelo. Estos datos geotécnicos son fundamentales para abordar adecuadamente los siguientes aspectos:

Diseño de las fundaciones: La composición del suelo, la resistencia a la compresión simple y los valores de N del SPT influyen en la capacidad de carga del suelo y, por lo tanto, en el diseño y dimensionamiento de las fundaciones del puente.

Estabilidad de la estructura: La humedad natural, los límites líquido y plástico y los índices de plasticidad del suelo pueden afectar la estabilidad de la estructura y el riesgo de asentamientos diferenciales.

Riesgo sísmico: La información del suelo, junto con el conocimiento de la actividad sísmica en la región, ayuda a evaluar el riesgo sísmico y establecer medidas de mitigación adecuadas.

Estrategias de conservación y restauración: Los estudios geotécnicos son esenciales para garantizar que las intervenciones propuestas sean compatibles con las condiciones específicas del suelo, garantizando la durabilidad y seguridad de la estructura.

La información geotécnica es crucial para abordar eficazmente la conservación, restauración o rehabilitación del Puente Férreo de Chipichape y garantizar que cualquier solución propuesta sea adecuada y segura en el contexto de las condiciones específicas del suelo en la zona.

Las condiciones del suelo y la vulnerabilidad sísmica son aspectos importantes para considerar en el contexto del Puente Férreo de Chipichape. A continuación, te proporciono información adicional sobre estos temas:

Condiciones del suelo: Como mencionamos anteriormente, los estudios geotécnicos en la zona de Chipichape han identificado suelos principalmente arcilloso-arenosos (CH y MH) con variaciones en la humedad natural, límites líquido y plástico, índices de plasticidad y resistencia a la compresión simple, así como valores de N del SPT. Estas características del suelo influyen en la capacidad de carga y la estabilidad de las fundaciones del puente, así como en su comportamiento frente a movimientos sísmicos.

Amplificación sísmica: La presencia de suelos blandos y arcillosos, como los encontrados en Chipichape, puede aumentar la amplificación sísmica durante un terremoto. Esto significa que las vibraciones del terreno pueden ser más intensas en áreas con este tipo de suelo en comparación con áreas de suelo más firme o rocoso. La amplificación sísmica puede aumentar el riesgo de daños en la estructura del puente durante un evento sísmico.

Licuefacción: Otro aspecto a considerar en áreas con suelos blandos y húmedos es el riesgo de licuefacción durante un terremoto. La licuefacción ocurre cuando las partículas del suelo pierden contacto entre sí debido a la presión del agua intersticial que aumenta durante las vibraciones sísmicas, lo que provoca que el suelo se comporte como un líquido. Esto puede llevar a la pérdida de capacidad de soporte del suelo y al colapso de las estructuras. Es importante evaluar el riesgo de licuefacción en la zona de Chipichape y diseñar medidas de mitigación adecuadas.

Diseño sísmico: Para abordar la vulnerabilidad sísmica del Puente Férreo de Chipichape, es fundamental considerar el diseño sísmico en cualquier intervención de conservación, restauración o rehabilitación. Esto implica evaluar la resistencia y capacidad de deformación de la estructura existente, así como incorporar elementos de refuerzo o sistemas de aislamiento sísmico si es necesario.

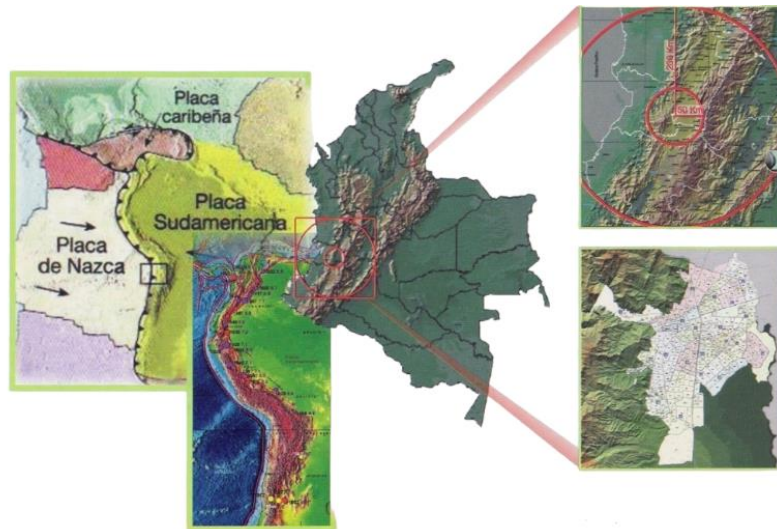
Monitoreo y mantenimiento: Implementar un programa de monitoreo y mantenimiento regular puede ser útil para detectar y abordar cualquier signo de deterioro o daño en la estructura del puente debido a eventos sísmicos o condiciones del suelo. Esto puede incluir inspecciones visuales, pruebas no destructivas y seguimiento de las condiciones del suelo en el área circundante.

Es importante tener en cuenta las condiciones del suelo y la vulnerabilidad sísmica en el contexto del Puente Férreo de Chipichape para garantizar su conservación y estabilidad a largo plazo. Esto implica la evaluación de los riesgos asociados con el tipo de suelo, la amplificación sísmica, la licuefacción y el diseño sísmico, así como la implementación de medidas de mitigación y monitoreo adecuadas.

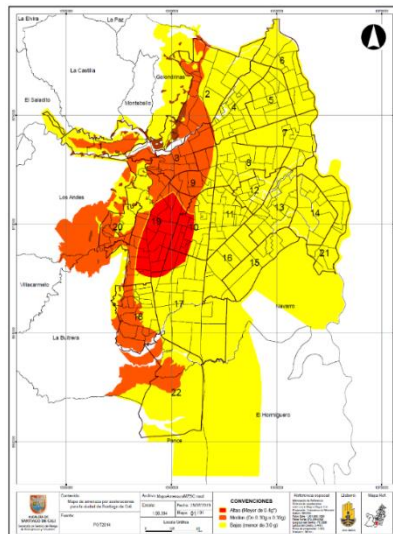
9.2 Fallas geológicas (Mapas, Estratigrafía, Geológico Microzonificación)

Figura 67

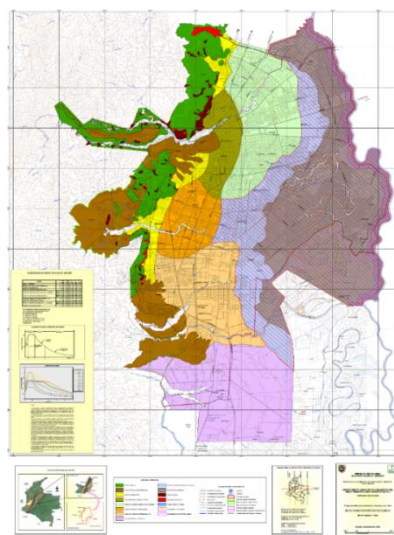
Ubicación Macro



Nota: Ambiente geodinámico de Colombia, marcado por la convergencia de las placas Caribe, Nazca y Sudamericana, define para la zona de influencia sobre la ciudad de Cali. Tomado Documento de estudio de microzonificación Sísmica [página web] DAPM. de Cali 2012

Figura 69*Mapa de microzonificación sísmica*

Nota: El mapa de amenazas y aceleraciones nos muestra el rango de amenaza en el que se encuentra el Puente Chipichape por ende se encuentra en la zona 2 la cual indica un nivel de amenaza bajo considerándose menor de 3.0 g. Tomado de [Pagina Web] Alcaldía Santiago de Cali. Secretaria de gestión de riesgos y desastres 2014

Figura 68*Mapa de amenaza por aceleraciones Cali Valle del Cauca*

Nota: La microzonificación sísmica de Cali el puente chipichape se encuentra ubicado en la zona 4D de abanico Distal de Cali y Menga en donde el espectro de diseño corresponde a la

envolvente superior del espectro de periodo corto ETC y del espectro de periodo largo ETL. Tomado de Instituto colombiano de geología y minería INGEOMINAS departamento administrativo de gestión del medio ambiente DAGMA- [Pagina Web] Municipio de Cali convenio 002 de 2002

El sector de Chipichape se encuentra en la ciudad de Cali, ubicado en una zona sísmica activa debido a su ubicación en la cordillera de los Andes. Esta región es propicia a la actividad sísmica debido a la convergencia de la placa tectónica de Nazca con la placa tectónica Sudamericana.

La actividad sísmica en la región de Cali ha sido registrada a lo largo de la historia y ha causado daños significativos en varias ocasiones. Los terremotos más importantes incluyen el terremoto de 1827, que tuvo una magnitud de 8,5 y afectó gran parte del suroeste de Colombia, incluida la zona de Cali. Este terremoto causó una gran cantidad de daños y víctimas en la región.

En tiempos más recientes, Cali ha experimentado varios terremotos significativos, como el terremoto de 1994, que tuvo una magnitud de 6.4 y causó daños significativos y la muerte de varias personas. Por lo tanto, es importante que las autoridades locales y los ciudadanos estén preparados para un posible terremoto, y tomen medidas de prevención y preparación para reducir el riesgo de daños y lesiones en caso de un evento sísmico.

9.3 Historia de sismos en zona de estudio

Los sismos más importantes que han afectado a Cali y la zona cercana a Chipichape a la fecha: En enero de 1906, un terremoto de magnitud 8,8 sacudió gran parte de Colombia, incluida la región de Cali. Este terremoto causando daños significativos y la muerte de muchas personas en todo el país. En noviembre de 1979, un terremoto de magnitud 8.0 sacudió la zona cercana a Popayán, ubicada al sur de Cali. Este terremoto causando daños significativos y la muerte de muchas personas en la región.

En marzo de 1983, un terremoto de magnitud 5,5 afectó a la ciudad de Cali y su zona cercana, incluyendo Chipichape. Este terremoto causó daños en varias estructuras de la ciudad. En junio de 1994, un terremoto de magnitud 6.4 sacudió la región de Cali, causó daños significativos y la muerte de varias personas.

En septiembre de 2003, un terremoto de magnitud 6.0 afectó la región de Popayán, ubicada al sur de Cali. Este terremoto causó daños en varias estructuras en la zona cercana a Cali. En abril de 2021, un terremoto de magnitud 4.7 sacudió la ciudad de Cali y su zona cercana. Aunque no se reportaron daños importantes, el sismo provocó alarma entre la población.

Es importante destacar que la actividad sísmica es común en la región de Cali debido a su ubicación en una zona sísmica activa. Por lo tanto, es fundamental que las autoridades y la población se mantengan alerta y tomen medidas de prevención y preparación para reducir el riesgo de daños y lesiones en caso de un evento sísmico.

Figura 71*Espectro sísmico de puentes***Espectro Sísmico de Puentes - CCP-14****Localización del Proyecto**

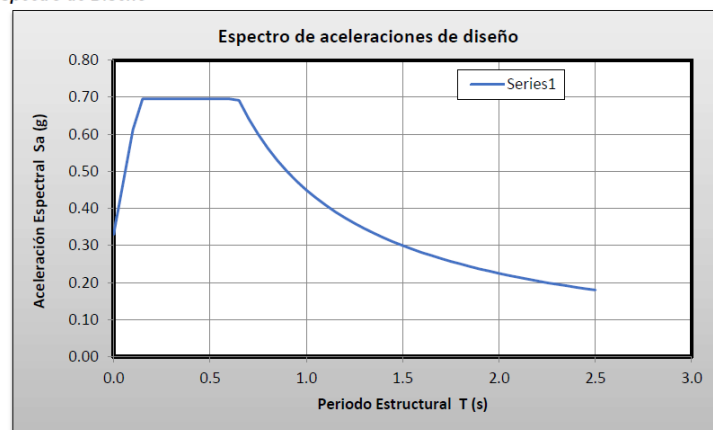
Departamento:	Valle del Cauca
Ciudad:	Cali
Zona de amenaza:	Alta

Parámetros de Diseño Sísmico

Aceleración Pico Horizontal del terreno	PGA	0.30
Coef. de Aceleración Horizontal (0.2seg.)	Ss	0.60
Coef. De Aceleración Horizontal (0.1seg.)	S1	0.30
Valor del Factor de Sitio	F _{PGA}	1.10
Factor para Periodos Cortos	Fa	1.16
Factor para Periodos Largos	Fv	1.50
Tipo de Perfil del Suelo	C	
Zona de Desempeño Sísmico		3.00
Clasificación Operacional	"Otros Puentes"	
	SDS = Fa*Ss	0.70
	SD1 = Fv*S1	0.45
Inicio del diagrama	As = F _{PGA} *PGA	0.33
Inicio Zona Aceleración Constante	To = 0.2*Ts	0.13
Inicio Zona Periodos Cortos	Ts = SD1/SDS	0.65
Inicio Zona Periodos Largos	TL	1.50

Nota: espectro sísmico del puente. Ccp14 tomado de Hincacom ingenieros consultores

Emru. [Informe] Alcaldía municipal de Cali 2021

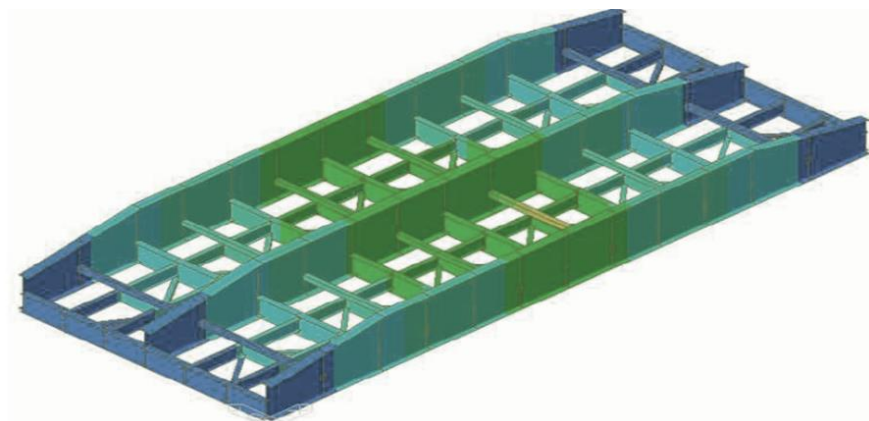
Figura 70*Espectro aceleración de diseño***Espectro de Diseño**

Nota: Gráfica de espectro de diseño espectro de aceleración de diseño para 5% de amortiguamiento tomado de Hincacom ingenieros consultores Emru. [Informe] Alcaldía municipal de Cali 2021

Planos Arquitectónicos

Figura 72

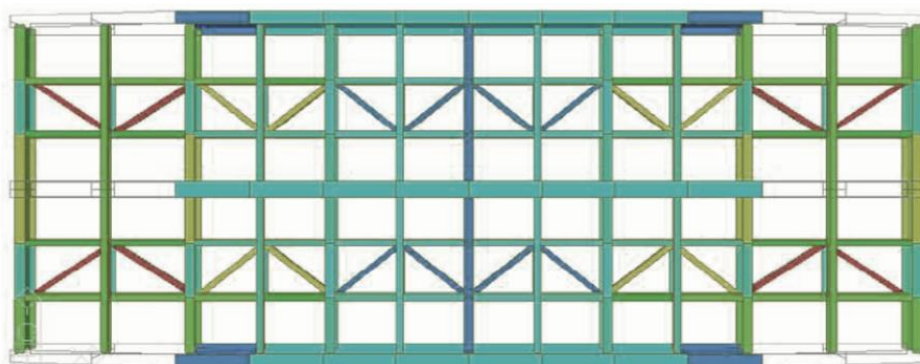
Modelo tridimensional



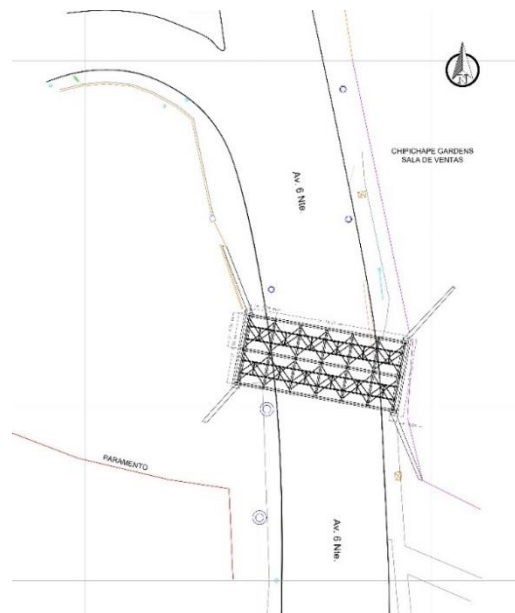
Nota: modeló tridimensional estructura metálica existente antiguo puente ferroviario tomado de chipichape Hincacom ingenieros consultores Emru. [Informe] Alcaldía municipal de Cali 2021

Figura 73

Planta secciones del puente

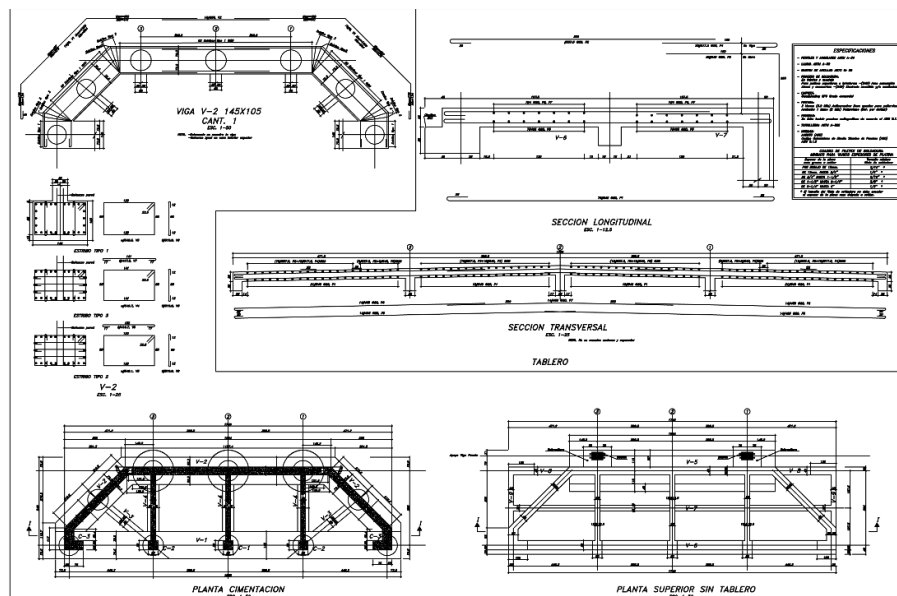


Nota: modeló tridimensional estructura metálica existente antiguo puente ferroviario tomado de chipichape Hincacom ingenieros consultores Emru. [Informe] Alcaldía municipal de Cali 2022

Figura 74*Planta general Puente Chipichape*

Nota Tomado de: [Informe Planos] Visual Drone 2023

Planos estructurales

Figura 75*Detalles estructurales Puente Chipichape*

Nota: Tomado de [Informe Planos] ICCEU ingenieros civiles consultores E.U. 2007

9.4 Análisis Vulnerabilidad sísmica

A partir de la información disponible sobre la zona de Chipichape y sus alrededores, y con los datos obtenidos para los estudios patológicos del puente, se puede concluir con certeza sobre la posible relación entre los suelos y las patologías que pueden presentarse en la estructura del puente.

Sin embargo, en general, es importante tener en cuenta que la composición y densidad del suelo en la zona pueden influir en la respuesta sísmica de las estructuras. Además, la presencia de fallas geológicas en la zona aledaña puede afectar la estabilidad del suelo y, por lo tanto, la estabilidad de las estructuras construidas sobre él.

Por lo tanto, es fundamental que los estudios patológicos del puente de Chipichape incluyan una evaluación detallada de las características geotécnicas del suelo en la zona, así como de la posible presencia de fallas geológicas cercanas. Esto permitiría identificar y evaluar cualquier posible relación entre la composición del suelo y los problemas patológicos en la estructura del puente.

En resumen, la evaluación detallada de las características geotécnicas del suelo en la zona y su posible relación con los problemas patológicos en la estructura del puente de Chipichape es fundamental para garantizar la seguridad de la infraestructura y de las personas que la utilizan.

Los aspectos geológicos y la actividad sísmica de una zona son factores críticos que deben tenerse en cuenta en la planificación y construcción de infraestructuras, especialmente en áreas propensas a eventos sísmicos, como la región de Cali y sus alrededores.

Para garantizar la seguridad de las infraestructuras y de las personas que las utilizan, se deben realizar estudios geotécnicos detallados que atenuar las características del suelo y la roca, así como la posible presencia de fallas geológicas y otros fenómenos que pueden afectar la estabilidad de la construcción.

Además, los estudios sismológicos son fundamentales para evaluar la amenaza sísmica de la zona y determinar las cargas de diseño que deben soportar las estructuras. Estos estudios deben incluir la evaluación de la actividad sísmica histórica y actual de la zona, la identificación de las fuentes sísmicas cercanas, y la estimación de las posibles aceleraciones sísmicas que pueden ocurrir en la zona.

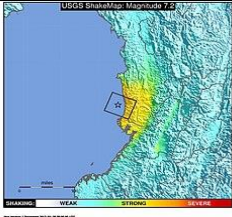
Con base en la información obtenida de los estudios geotécnicos y sismológicos, se pueden tomar medidas preventivas y de preparación ante posibles eventos sísmicos. Esto incluye la elección de materiales y técnicas de construcción apropiadas, para reforzar el diseño de estructuras resistentes a sismo

4. Fichas y matriz Vulnerabilidad sísmica

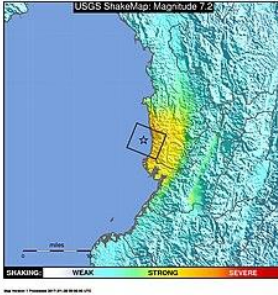
MATRIZ DE VULNERABILIDAD Estudio Patológico: Puente Chipichape Valle del Cauca

Figura 76

Fichas vulnerabilidad sísmica

Estribo derecho					
	Materiales	Sismo	Fisuras	Vegetales	Cuerpos de agua
Imagen					
Descripción	Está constituido por concreto ciclópeo, actuales presentan una longitud de 9.00 metros con un ancho aproximado de 2.00 metros, los cuales a simple vista evidencian un adecuado comportamiento, sin signos de asentamientos de la cimentación o fallas debidas a insuficiencia en la capacidad portante	Terremoto de Pizarro , fue un sismo que ocurrido el 15 de noviembre de 2004 a las 04:06 El sismo tuvo una profundidad superficial y su epicentro en el Océano Pacífico, a 50 km al suroeste del municipio de Bajo Baudó. Tuvo una Magnitud de 7,2Mw.	Grietas de 2 cm en la unión de los estribos causado posiblemente por las condiciones del clima y la antigüedad de el mismo	Se evidencia el crecimiento de organismos vegetales debido a que el material del muro es poroso, por ende, se filtra la humedad y crecen estos organismos	El lugar presenta riesgo de inundación debido a que en torrenciales aguaceros se ha inundado más de 2 veces en un periodo de 5 años
Estado	Leve	Leve	Moderado	Leve	Moderado

	Estribo izquierdo		
	Fachada	Muros	Suelos
Imagen			
Descripción	El paciente en su fachada presenta presencia crecimiento organismos vegetales	Presenta descascara miento de material presentado por humedad por filtración exterior así mismo se evidencia fisuras de 2 cm en la unión de los estribos causado posiblemente por las condiciones del clima y la antigüedad de el mismo	Según el mapa de microzonificación sísmica esta Zona es 4A. Abanico Medio de Cali
Estado	Leve	Moderado	Moderado

	Materiales	Sismo	Fisuras	Vegetales	Cuerpos de agua
Imagen					
Descripción	Está constituido por concreto ciclópeo, actuales presentan una longitud de 9.00 metros con un ancho aproximado de 2.00 metros, los cuales a simple vista evidencian un adecuado comportamiento, sin signos de asentamientos de la cimentación o fallas debidas a insuficiencia en la capacidad portante	Terremoto de Pizarro, fue un sismo que ocurrido el 15 de noviembre de 2004 a las 04:06 El sismo tuvo una profundidad superficial y su epicentro en el Océano Pacífico, a 50 km al suroeste del municipio de Bajo Baudó. Tuvo una Magnitud de 7,2Mw.	Fisuras en la unión de los estribos causado posiblemente por las condiciones del clima y la antigüedad de el mismo	Se evidencia el crecimiento de organismos vegetales debido a que el material del muro es poroso, por ende, se filtra la humedad y crecen estos organismos	El lugar presenta riesgo de inundación
Estado	Leve	Moderado	Leve	Leve	Moderado

Vigas metálicas					
	Fachada	Planta	viga1	Suelos	Viga 2
Imagen					
Descripción	Vigas de tipo 1 a la cual hace conjunto de la fachada junto a perfilera metálica	Pletinas, soldadas y pernadas según se muestra. Está conformado por tres vigas longitudinales con altura variable entre los 1.10 y 1.60 metros, con lo cual se identifican dos carriles de circulación cada uno de sección de 3.65 metros.	Viga tipo 1 la cual hace conjunto de la fachada junto a perfilera metálica	Se observa crecimiento de organismos vegetales junto a los apoyos de la estructura metálica con los estribos	Viga tipo 1 que presenta una afectación por impacto de vehículo en una de sus aletas del patín
Estado	leve	leve	leve	Leve	Moderado

	Materiales	Sismo	Corrosión	Vegetales	Cuerpos de agua
Imagen					
Descripción	Estructura metálica con vigas y cerchas unidas por placas o láminas con remaches según sus vigas de entre 1m y 1,6m con esbeltez variable,	Terremoto de Pizarro, fue un sismo que ocurrido el 15 de noviembre de 2004 a las 04:06 El sismo tuvo una profundidad superficial y su epicentro en el Océano Pacífico, a 50 km al suroeste del municipio de Bajo Baudó. Tuvo una Magnitud de 7,2Mw.	Debido a la exposición constante al medio ambiente muchos elementos metálicos presentan corrosión en sus partes exteriores	Se observa crecimiento de organismos vegetales junto a los apoyos de la estructura metálica con los estribos	El lugar presenta riesgo de inundación debido a que es una de alto gran incidencia pluvial
Estado	Leve	Leve	Moderado	Leve	Moderado

Nota Fichas vulnerabilidad sísmica tomado de Fuente Propia

9.5 Matriz de Vulnerabilidad

Figura 77

Matriz Vulnerabilidad sísmica

MATRIZ DE VULNERABILIDAD SISMICA							
			MUY LEVE	LEVE	MODERA	ALTO	MUY
			1	2	DO 3	4	ALTO 5
PROBABILIDAD	MUY ALTA	5	5	10	15	20	25
	ALTA	4	4	8	12	16	20
	MEDOREDO	3	3	6	9	12	15
	LEVE	2	2	4	6	8	12
	MUY LEVE	1	1	2	3	4	5

	Riesgo muy grave. Requiere medidas preventivas urgentes. SE DEBE IMPLEMENTAR PLANES DE CORRECCION
	Riesgo MODERADO. Medidas preventivas obligatorias. Se deben controlar fuertemente las variables de riesgo .
	Riesgo LEVE. SE DEBEN EJECUTAR PLANES DE PREVENCION, Estudiar económicamente ai es posible introducir medidas preventivas para reducir el nivel de riesgo. Si no fuera posible, mantener las variables controladas.

Nota Fichas vulnerabilidad sísmica tomado de Fuente Propia

10. Propuestas de Intervención

Tras el diagnóstico preliminar realizado en el Puente Chipichape, se identificaron diversas patologías que requieren una intervención adecuada. A continuación, se presentan tres alternativas posibles de reparación para abordar la causa primaria identificada:

Reparación de grietas y fisuras: Esta alternativa consiste en realizar la reparación y sellado de las grietas y fisuras presentes en la estructura. Se utilizarán técnicas de inyección de resinas epoxi para consolidar y rellenar las grietas, garantizando así la integridad estructural del puente. Esta alternativa es recomendada debido a su eficacia en la reparación de grietas y fisuras en estructuras de concreto reforzado.

Tratamiento anticorrosivo: Esta alternativa se centra en abordar el problema de corrosión identificado en la estructura metálica del puente. Se realizará un tratamiento anticorrosivo que incluye la limpieza y eliminación de las áreas corroídas, seguido de la aplicación de un revestimiento protector de alta resistencia a la corrosión. Esto ayudará a prevenir el avance de la corrosión y prolongar la vida útil de la estructura metálica.

Reemplazo de juntas de expansión: Esta alternativa se enfoca en la reparación o reemplazo de las juntas de expansión dañadas. Se utilizarán juntas de expansión de alta calidad y durabilidad para garantizar la adecuada movilidad y flexibilidad de la estructura. Este enfoque es necesario para prevenir filtraciones de agua y asegurar un funcionamiento óptimo del puente.

Entre las tres alternativas mencionadas, se considera que la reparación de grietas y fisuras es la opción más viable debido a su efectividad en la restauración de la integridad estructural del puente. Por lo tanto, se procederá con el desarrollo detallado de esta alternativa.

Detalles de la reparación de grietas y fisuras: Localización en planos: Se proporcionarán planos detallados que indican la ubicación precisa de las grietas y fisuras en el puente.

Medidas y niveles: Se especificarán las dimensiones de las grietas y fisuras, así como los niveles de deterioro de cada área afectada.

Materiales y especificaciones: Se detallarán los materiales a utilizar, como resinas epoxi de alta calidad y aditivos especiales. Además, se indicarán las especificaciones técnicas para la aplicación de las resinas y el sellado de las grietas.

Dibujos y esquemas: Se incluirán dibujos detallados que ilustran el proceso de reparación y cómo se llevará a cabo en cada área afectada.

Cuadro de costos y presupuesto: Se proporcionará un cuadro detallado que muestra los costos estimados por metro cuadrado de reparación y el costo total de la intervención. Los valores unitarios se relacionarán con los APU (Análisis de Precios Unitarios) correspondientes, los cuales se incluirán en los anexos del documento

11. Diseño Metodológico

11.1 Enfoque metodológico

El Puente Chipichape es un hito histórico y patrimonial en la ciudad de Cali, con más de 85 años de antigüedad. Su importancia radica en su conexión con el antiguo ferrocarril que solía llevar transporte hacia los talleres del Sistema de Ferrocarriles Nacionales del Suroccidente del país. En esta propuesta, presentaremos nuestra metodología para llevar a cabo el estudio patológico del puente, que incluirá inspecciones visuales exhaustivas, recolección de información relevante, análisis de documentación existente y pruebas técnicas para evaluar el estado de la estructura. Nuestro equipo de profesionales altamente calificados cuenta con experiencia en el campo de la ingeniería civil y la patología de estructuras. Estamos comprometidos en brindarle resultados confiables y recomendaciones sólidas para asegurar la preservación y la funcionalidad del Puente Chipichape. Agradecemos la oportunidad de trabajar en este proyecto y esperamos poder contribuir al mantenimiento y conservación de este importante patrimonio de la ciudad de Cali.

Descripción y Alcance: El presente estudio patológico tiene como objetivo principal evaluar el estado actual del Puente Chipichape ubicado en la Av. 6a, Calle 36 en la ciudad de Cali. El puente, construido hace más de 85 años, es una estructura metálica de gran importancia histórica y patrimonial que requiere una intervención adecuada para garantizar su conservación y seguridad.

11.2 Tipo de Investigación

El alcance de nuestro estudio abarcará una evaluación exhaustiva de todos los componentes estructurales del puente, incluyendo la superestructura, subestructura, cimentación y elementos metálicos. Realizaremos inspecciones visuales detalladas para identificar cualquier signo de deterioro, corrosión, fisuras u otros daños que puedan afectar la integridad de la estructura. Además de las inspecciones visuales, llevaremos a cabo pruebas técnicas y análisis de documentación existente para obtener datos cuantitativos y cualitativos sobre las condiciones del puente. Estas pruebas pueden incluir ensayos no destructivos, pruebas de carga y análisis estructural. Una vez completado el estudio patológico, elaboraremos un informe detallado que incluirá una descripción completa de los daños identificados, su ubicación y su gravedad.

Basándonos en los resultados del estudio, proporcionaremos recomendaciones para la reparación y conservación del puente, incluyendo la entrega de un proyecto de intervención que establezca las acciones necesarias para abordar los problemas encontrados. Es importante destacar que nuestro estudio se centrará en la evaluación de las condiciones estructurales y patológicas del Puente Chipichape. No incluirá la ejecución física de las obras de intervención, las cuales deberán ser realizadas por personal y empresas especializadas bajo la supervisión de un ingeniero estructural. Nuestra propuesta busca brindarle una visión clara del alcance de nuestro trabajo y las acciones que emprenderemos para evaluar y proponer soluciones efectivas para el Puente Chipichape. Estamos comprometidos en proporcionarle resultados confiables y orientación profesional para asegurar la conservación y preservación de este importante patrimonio de la ciudad de Cali. Metodología: Nuestro enfoque metodológico se basará en una

serie de etapas y actividades que nos permitirán realizar un estudio patológico completo y riguroso del Puente Chipichape. A continuación, presentamos las principales etapas de nuestra metodología:

11.3 Fases

1. Recopilación de información: Iniciaremos el estudio patológico recopilando toda la información disponible sobre el puente, incluyendo planos, documentos de construcción, historial de mantenimiento y cualquier otra documentación relevante. Esta etapa nos permitirá comprender la historia y características constructivas del puente.

2. Inspección visual: Realizaremos una inspección visual exhaustiva de todos los componentes del puente, tanto en su parte superior como inferior. Examinaremos cada elemento de la estructura en busca de signos de deterioro, corrosión, fisuras, desplazamientos o cualquier otro tipo de daño visible.

3. Pruebas no destructivas: Utilizaremos técnicas de pruebas no destructivas para obtener información adicional sobre las condiciones internas de la estructura. Esto puede incluir el uso de equipos de ultrasonido, termografía, radar de penetración, entre otros, para detectar posibles defectos ocultos o anomalías en los materiales y elementos estructurales.

4. Análisis estructural: Realizaremos un análisis estructural detallado del puente utilizando software de modelado y cálculo estructural. Este análisis nos permitirá evaluar la

capacidad de carga actual del puente, identificar posibles puntos débiles y determinar la respuesta estructural ante diferentes cargas y condiciones de carga.

5. Evaluación de riesgos sísmicos: Realizaremos una evaluación de los riesgos sísmicos a los que está expuesto el puente. Utilizaremos los datos sísmicos disponibles de la zona y los requisitos de diseño sísmico vigentes para determinar la capacidad del puente para resistir los efectos de un evento sísmico y proponer medidas de refuerzo en caso necesario.

6. Informe y recomendaciones: Con base en los resultados de nuestras inspecciones, pruebas y análisis, elaboraremos un informe detallado que incluirá una descripción exhaustiva de los daños encontrados, su ubicación, gravedad y posible causa. Además, proporcionaremos recomendaciones específicas para la reparación, rehabilitación o refuerzo de la estructura, incluyendo un proyecto de intervención que detalle las acciones necesarias a llevar a cabo.

7. Asesoramiento y seguimiento: Una vez entregado el informe y las recomendaciones, estaremos disponibles para brindar asesoramiento técnico y responder cualquier pregunta o inquietud que pueda surgir. También ofreceremos servicios de seguimiento para verificar la implementación adecuada de las acciones propuestas y asegurar la correcta ejecución de las obras de intervención. Nuestra metodología está diseñada para proporcionar un enfoque integral y riguroso en la evaluación del Puente Chipichape. Nos comprometemos a utilizar las mejores prácticas de ingeniería y técnicas de diagnóstico para obtener resultados confiables y ofrecer soluciones efectivas que garanticen la conservación y seguridad de esta importante estructura histórica.

12. Presupuesto

Figura 78

Presupuesto

Presupuesto para ejecución de las obras y actividades complementarias para mantenimiento puente chipichape					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Valor total
1	Preliminares				
1,001	Demarcaciones y acondicionamiento de área	M2	225	\$ 36.781,00	\$ 8.275.725
2	Excavaciones y rellenos				
2,001	Excavación manual de material sobrante de tierras que están cubriendo parte de la estructura	M3	3	\$ 71.593,00	\$ 214.779
3	Estructuras				
3,001	Limpieza de superficies de estructura metálica para remover óxido, suciedad, con sandblasting con equipos y cierres temporales viales	M2	225	345000	\$ 77.625.000
3,002	Escarificación mecánica abuzardado y retiro de escombros.	M2	16	\$ 53.105,00	\$ 849.680
3,003	Imprimante y puente de adherencia entre concreto fresco y endurecido	M2	18	\$ 98.161,00	\$ 1.766.898
3,004	Concreta grava común de 5000 psi (350 kg/cm2) para estructura acelerado a 2 días. (concreta grava común. Incluye acelerante, formaleta, curado de concreto y mano de obra).	M3	5	\$ 697.783,00	\$ 3.488.915
3,005	recubrimiento, en zonas de adición de refuerzo con mortero modificado con resina acrílica de dos componentes para reparaciones estructurales. Incluye todos los costos de suministro de materiales, equipos, herramienta menor, andamios, limpieza aire a presión, transportes, manejo, almacenamiento, desperdicios, cargue y transporte de materiales sobrantes a botadero autorizado y mano de obra.	M2	65	\$ 94.890,00	\$ 6.167.850
3,006	Anclaje epóxido de varilla de 7/8" suministro e instalación en altura. (incluye la detección de refuerzo para perforación, la perforación, limpieza de la perforación con chorro de aire, suministro de materiales (relleno epóxido esto equivalente, brocas), equipos, transportes, manejo, almacenamiento, manejo de desperdicios, mano de obra y andamio tubular)	Camper	1696	\$ 2.000,00	\$ 3.392.000
3,011	Instalación neopreno de 5,0 cm de espesor, sección 40 cm por 50 cm, dureza 60. Con refuerzo de 2 láminas de 1/4" en los costados de cada tope sísmico. Suministro e instalación.	Un	4	\$ 2.593.702,00	\$ 10.374.808
Mantenimiento de infraestructura (apoyos, pilas, estribos, aletas) y superestructura (vigas, riostras y placa)					
Limpieza y reparación de superficie de concreto					
3,023	Lavado de estructura en concreto y/o metálicas. Incluye alquiler de hidro lavadora 1300w motor a gasolina presión 3200 psi. Incluye implementos de aseo (detergente industrial), agua, combustible y mano de obra.	M2	120	\$ 6.890	\$ 826.800
3,024	Pintura acrílica, mono componente, impermeable, elástico, de alta resistencia a la carbonatación, lavable, consumo de 0,32 gl/m2, para un espesor de película seca de 1mm. Incluye todos los costos de suministro de materiales, equipos (compresor,	M2	120	\$ 125.304,00	\$ 15.036.480
Reparación de grietas y fisuras					
3,025	Saneado de concreto de recubrimiento. Incluye escarificación de concreto profundidad entre 2cm y 7cm, limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo para el acero de refuerzo existente y mortero de reparación estructural. Nivel de trabajo +3.0m	M2	45	\$ 167.937,00	\$ 7.557.165
Total del ítem					\$ 135.576.100

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Valor total
3,026	Sellado de fisuras de espesor mayor a 0,5 mm, con masilla elástica, sellante de un componente, con base en poliuretano, con proceso de curado en presencia de humedad del ambiente. Mediante instalación de boquillas y aplicación de gel sellante superficial, recubrimiento inhibidor protector de corrosión modificado con resina acrílica de dos componentes que impida la oxidación del acero de refuerzo. Incluye todos los costos de suministro de materiales, boquillas, aplicación, equipos, transportes, manejo, almacenamiento, desperdicios y mano de obra.	MI	946	\$ 21.466,00	\$ 20.306.836
3,035	Retiro, desmonte de material de junta de dilatación existente y demolición de concreto adyacente a la junta, ancho variable de 80 a 90cm. (incluye carga, transporte y retiro de escombros).	MI	10	\$ 43.699,00	\$ 436.990
3,036	Junta de dilatación tramos 1.00 m (movimiento +/- 25 mm)	MI	10	\$ 781.340,00	\$ 7.813.400
Mantenimiento y reparación de estructuras metálicas					
3,037	Desmonte y traslado de estructuras metálicas	Kg	37.576,00	\$ 1.323,00	\$ 49.713.048
3,038	Demolición concreto estructural (incluye carga manual). No incluye transporte y disposición final de sobrantes.	M3	30	\$ 179.912,00	\$ 5.397.360
3,039	Concreto 3000 psi grava fina para barandas (premezclado. Incluye suministro, formateo y colocación. No incl. Refuerzo, curado).	M3	61	\$ 526.731,00	\$ 32.130.591
3,04	Imprimante y puente de adherencia entre concreto fresco y endurecido de fraguado lento. Suministro y aplicación. Epóxico de pega concreto nuevo a viejo que cumpla con la norma astm c-881 tipo 5 grado II	M2	447	\$ 40.161,00	\$ 17.951.967
4,003	Transporte y disposición final de escombros en sitio autorizado (distancia de transporte 28 km)	M3	325	\$ 44.572,00	\$ 14.485.900
4,004	Derecho de botadero de escombros en sitio autorizado por m3 en sitio autorizado por la entidad ambiental competente.	M3-km	9.060,00	\$ 4.000,00	\$ 36.240.000
5,001	Estudios y diseños de diagnóstico estructural y actualización sísmica de puentes. Pernos de anclaje astm de 1-1/8"(28,575mm) x1000mm, de 0.50 metro de longitud, fabricado en varilla lisa que cumple con la norma f-1554 grado 55 incluye rosca superior e inferior, incluye dos tuercas a563 grado dh de 1" y dos arandelas f-436 de 1". Peso unitario = 5,73 kg. Incluye materiales, insumos, herramientas y todo lo necesario para desarrollar la obra.	Gm	42	780035	\$ 32.761.470
6,001	Acero estructural a709 grado 50. (incluye transporte, fabricación y montaje con anticorrosivo y pintura de acabado en epóxico) (incluye materiales, insumos, herramientas y equipos, andamios, mano de obra calificada y todo lo necesario para desarrollar la obra	Kg	4075	15780	\$ 64.303.500
7,001	Platinas de acero de fy=60000 psi. Suministro e instalación. De acuerdo con lo estipulado por la nsr-10, norma astm a-706, lcontec 2289 para el acero pdr-60. Incluye todos los costos de suministro de materiales (refuerzo (g80) equipos, transportes, manejo, almacenamiento, desperdicios y mano de obra	Kg	1100	18601	\$ 2.048.110,00
7 Señalización					
Señalización vertical					
7,001	Marco en lámina cold rolled cal. 20 anclado a muro con chazos expansivos de 1/2" - 3/8"	Un	1	\$ 522.088,00	\$ 712.094,00
7,002	Delineador de curva horizontal de 40cm x 50cm. Reflectivo prismático tipo vi	Un	4	\$ 272.827,00	\$ 1.488.480,00
Señalización horizontal					
7,004	Flecha direccional "de frente" (e=2.3mm, termoplástica. Inc. Suministro y aplicación c	Un	17	\$ 117.911,00	\$ 2.734.008,00
7,008	Demarcación de achurado. Área: 1.0 m2. (e= 2.3 mm, termoplástica. Su	M2	30	\$ 108.909,00	\$ 4.374.510,00
Total del ítem					\$311.311.254,00

1. Costos de personal						
Cargo	Cantidad	Categoría	Dedicación fase de preliminares (mes)	Dedicación dpto área	Factor prestacional	Tarifa + prestaciones
Personal profesional (ingenieros y otros)						
Director de obra	1	3	0,5	\$ 8.182.000,00	1,4508	\$ 11.871.264,00
Ingeniero residente de obra	1	5	0,5	\$ 6.284.000,00	1,4519	\$ 9.494.958,00
Especialista en estructuras	1	3	1	\$ 8.182.000,00	1,4508	\$ 23.742.528,00
Especialista en geotecnia	1	4	0,3	\$ 6.967.000,00	1,4515	\$ 8.067.560,00
Profesional en presupuesto y programación	1	1	1	\$ 6.284.000,00	1,4519	\$ 5.247.479,00
Profesional sig-cad	1	1	0,2	\$ 6.604.000,00	1,4524	\$ 1.255.700,00
Personal técnico y personal auxiliar						
Tarifa mes - personal técnico - auxiliar de ingeniería (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,5	\$ 2.305.000,00	1,4588	\$ 3.450.138,00
Tarifa mes - personal técnico - topógrafo inspector (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,25	\$ 2.733.000,00	1,4571	\$ 1.991.127,00
Tarifa mes - personal auxiliar técnico - cadenero 1 (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,25	\$ 1.695.000,00	1,5881	\$ 1.328.965,00
Tarifa mes - personal auxiliar técnico - cadenero 2 (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,25	\$ 1.476.000,00	1,5859	\$ 1.170.394,00
Tarifa mes - personal técnico - laboratorista inspector (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,25	\$ 2.421.000,00	1,4583	\$ 1.765.272,00
Personal administrativo						
Tarifa mes - personal auxiliar técnico - conductor o motorista (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,5	\$ 1.228.000,00	1,8137	\$ 1.981.624,00
Tarifa mes - personal administrativo - secretaria 2 (no incluye factor de prestaciones)	1	N/a	0,5	\$ 1.228.000,00	1,8137	\$ 1.981.624,00
Subtotal costos de personal					\$ 19.448.273,00	

Gastos operacionales	Cant.	Área (m2)	Dedicación fase de preliminares	Dedicación x área (m2)	Costo (\$/m2.mes)	Valor (\$)
Alquiler mes - arriendo oficina incl. Administración, servicios públicos, comunicaciones	1	50	0,5	25	\$ 32.508	\$ 1.625.400,00
Alquiler mes - campamentos incl. Servicios públicos provisionales	4	100	0,5	200	\$ 26.189	\$ 10.475.600,00
Gastos oficina (papelería, fotocopias y otros)	4	N/a	0,5	N/a	\$ 922.582	\$ 3.690.328,00
Alquiler de vehículo: campero, pick-up, camioneta, camion o similar de 1300cc a 2000cc de cilindrada, modelo 2022 a 2019. 100% de la tarifa establecida. Incluye todos los costos de operación y mantenimiento excepto el salario del conductor	1	N/a	0,5	N/a	\$ 6.422.000	\$ 6.422.000,00
Equipo completo de laboratorio - estudios - mes	1	N/a	0,25	N/a	\$ 5.657.000	\$ 2.828.500,00
Equipo de topografía. Incluye tránsito, nivel y elementos complementarios	1	N/a	0,25	N/a	\$ 3.627.000	\$ 1.813.500,00
Subtotal gastos operacionales					\$ 26.855.328,00	

Tota presupuesto intervención al Puente Chipichape	\$ 493.190.955,00
---	--------------------------

13. Programación

Presentamos un cronograma tentativo para la realización del estudio patológico del Puente Chipichape. Este cronograma está sujeto a ajustes y modificaciones según las necesidades y condiciones específicas del proyecto. Es importante destacar que este cronograma es una guía general y puede estar sujeto a cambios y ajustes durante el desarrollo del estudio. Nuestro equipo trabajará de manera eficiente y dedicada para cumplir con los plazos establecidos y entregar resultados de calidad en cada etapa del estudio patológico

Figura 79

Cronograma de intervención

[illegible]

14. Análisis de resultados

El diagnóstico reveló que la estructura del puente presenta daños significativos debido a la falta de mantenimiento. Se han identificado fisuras en los elementos estructurales, lo cual indica que han ocurrido deformaciones y movimientos no deseados en la estructura. Además, se observa corrosión y desgaste en varios puntos, lo que indica una exposición prolongada a condiciones ambientales agresivas. Estos problemas comprometen la integridad estructural del puente y pueden afectar su capacidad de carga, lo que representa un riesgo para la seguridad de los usuarios.

Las pruebas no destructivas y mediciones realizadas permitieron evaluar la resistencia de los materiales utilizados en la construcción del puente. Los resultados indican que algunos elementos estructurales se encuentran comprometidos y no cumplen con los estándares de resistencia requeridos de acuerdo con las normativas vigentes. Se observa una disminución en la capacidad portante de dichos elementos, lo que significa que no podrían soportar las cargas previstas en su diseño original. Esto resalta la necesidad de intervenir esos elementos para restablecer su resistencia y asegurar que cumplan con los requisitos de seguridad.

Durante el análisis de estabilidad del puente, se consideraron factores como la capacidad de carga, la distribución de cargas y la respuesta ante fuerzas externas, incluyendo las solicitaciones sísmicas. Se identificaron deficiencias en la estabilidad de la estructura, como deformaciones excesivas y desplazamientos inadecuados. Estas deficiencias pueden afectar la

capacidad del puente para resistir cargas y eventos sísmicos, lo que representa un riesgo para la seguridad de los usuarios y la durabilidad del puente. Es necesario abordar estas deficiencias a través de acciones correctivas para garantizar la estabilidad de la estructura.

Con base en los resultados del diagnóstico, se propone llevar a cabo una serie de acciones correctivas. Se recomienda realizar reparaciones puntuales para solucionar las fisuras y la corrosión en los elementos dañados. Esto implica eliminar las secciones dañadas y reemplazarlas por nuevos elementos que cumplan con los requisitos de resistencia y durabilidad. Además, se propone realizar un reforzamiento estructural en aquellos elementos que presentan debilidades significativas. Esto puede implicar la adición de elementos estructurales adicionales, como placas o perfiles, para aumentar la capacidad de carga y mejorar la resistencia del puente. Asimismo, se recomienda implementar medidas de mantenimiento periódico para prevenir futuros daños y asegurar la conservación a largo plazo del puente.

Se elaboró un presupuesto detallado que contempla los costos de los materiales, la mano de obra y los equipos necesarios para llevar a cabo las acciones propuestas. Esto incluye los costos de demolición de las secciones dañadas, la adquisición de nuevos elementos estructurales, los trabajos de reforzamiento, la limpieza y preparación de la superficie, la aplicación de recubrimientos anticorrosivos y la pintura final. El presupuesto también tiene en cuenta los costos indirectos, como los gastos administrativos y de supervisión. El cronograma de trabajo establece la secuencia y duración de cada etapa de la intervención,

15.Recomendaciones

1. Para prevenir futuros daños y garantizar la durabilidad del puente, se recomienda establecer un programa de mantenimiento regular. Este programa debe incluir inspecciones visuales, limpieza de la estructura, revisión de la protección anticorrosiva y reparación de pequeñas fisuras o corrosiones antes de que se conviertan en problemas mayores. El mantenimiento periódico ayudará a identificar y abordar los problemas a tiempo, prolongando la vida útil del puente.

2. Dado que la corrosión es uno de los principales problemas identificados en el puente, se sugiere aplicar sistemas de protección anticorrosiva adecuados. Esto puede incluir la aplicación de recubrimientos especiales, como pinturas anticorrosivas, que brinden una barrera de protección a la estructura metálica contra la humedad y los agentes corrosivos. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y realizar inspecciones periódicas para asegurar la integridad de los recubrimientos.

3. Para evaluar la respuesta del puente a las cargas y detectar posibles deformaciones o movimientos anormales, se sugiere implementar sistemas de monitoreo estructural. Esto puede incluir la instalación de sensores y dispositivos de medición que registren las deformaciones, las vibraciones y otros parámetros relevantes. El monitoreo continuo permitirá identificar cambios en la estructura y tomar medidas preventivas o correctivas de manera oportuna.

4. Es importante generar conciencia entre los usuarios y la comunidad en general sobre la importancia de cuidar y preservar el puente. Esto puede incluir campañas de sensibilización, la difusión de información sobre el valor histórico y arquitectónico del puente, así como la promoción de buenas prácticas de conservación. Al fomentar una cultura de cuidado y respeto por la infraestructura, se contribuirá a su conservación a largo plazo.

5. Una vez finalizada la intervención y llevadas a cabo las acciones correctivas propuestas, es fundamental realizar un seguimiento y evaluación de la estructura. Esto implica realizar inspecciones periódicas para verificar el estado de las reparaciones, evaluar la efectividad de las medidas implementadas y tomar acciones correctivas si es necesario. El seguimiento continuo garantizará que el puente se mantenga en buen estado y se corrijan cualquier problema que pueda surgir.

16. Conclusiones

El puente metálico presenta una serie de daños significativos debido a la falta de mantenimiento adecuado a lo largo de los años. Se han identificado fisuras, corrosión y desgaste en los elementos estructurales, lo que compromete la integridad y la capacidad de carga del puente. Estos problemas deben abordarse de manera urgente para garantizar la seguridad de la estructura.

El diagnóstico realizado ha sido fundamental para identificar y evaluar de manera precisa los problemas existentes en el puente. Mediante pruebas no destructivas y mediciones, se ha determinado que algunos elementos estructurales no cumplen con los estándares de resistencia requeridos. Esto destaca la necesidad de intervención para restaurar la capacidad estructural y asegurar la estabilidad del puente.

La estabilidad del puente ha sido analizada considerando diferentes factores, como la capacidad de carga y la respuesta a fuerzas externas. Se han identificado deficiencias en la estabilidad, lo que implica un riesgo potencial para la seguridad de la estructura. Por lo tanto, las acciones correctivas propuestas son indispensables para corregir estas deficiencias y garantizar la estabilidad a largo plazo del puente.

La intervención propuesta incluye reparaciones puntuales, reemplazo de elementos dañados y mejora de la protección anticorrosiva. Estas acciones son necesarias para restaurar la seguridad estructural del puente y prolongar su vida útil. Además, se recomienda implementar un

programa de mantenimiento periódico que incluya inspecciones regulares, limpieza y protección anticorrosiva para prevenir futuros daños y garantizar la conservación a largo plazo del puente.

Es fundamental generar conciencia y educación sobre la importancia de cuidar y preservar el puente. Esto implica involucrar a la comunidad y crear un sentido de responsabilidad compartida en la conservación del patrimonio histórico y arquitectónico. También se sugiere establecer medidas de control y seguimiento post-intervención para evaluar la efectividad de las acciones correctivas y tomar medidas adicionales si es necesario.

Esta intervención propuesta busca abordar los problemas identificados en el puente metálico, restaurando su seguridad y prolongando su vida útil. Sin embargo, se debe destacar la importancia de un compromiso continuo de mantenimiento y cuidado para garantizar la preservación a largo plazo de esta valiosa estructura histórica.

16. Bibliografía

Acierta Ciencia. (2020). *Propiedades de los metales*.

<https://www.youtube.com/watch?v=Xl5IePthqsg>

Alcaldía Santiago De Cali. (s. f.). *Cali Net DIRECCION DE INFORMATICA Y TELEMATICA*

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION MUNICIPAL. Recuperado 17

de junio de 2023, de <https://www.cali.gov.co/publico2/comunas/imagenes/calimap2.pdf>

Cali Valle Bureau. (2018). *Porque Cali Valle*. <https://calivallebureau.org/porque-cali>

Costa Afuera. (2018). *Tipos de puentes que existen y sus características*.

<https://ccocoa.com/tipos-de-puentes-que-existen-y-sus-caracteristicas/>

Couoh, R. (2019). *Patologías más comunes en las estructuras metálicas*.

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/patolog%C3%ADas-m%C3%A1s-comunes-en-las-estructuras-met%C3%A1licas>

Ecu Red. (2013). *Clasificación de los metales*.

El colombiano. (2019). *Fisura en puente de Los Balsos no representa peligro*.

<https://www.elcolombiano.com/antioquia/obras/fisura-en-puente-de-los-balsos-no-representa-riesgo-segun-secretaria-de-infraestructura-fisica-OA12215193>

El País. (2021). *Mega obra de puente frente a Chipichape iniciaría en segundo semestre del año*.

Mega obra de puente frente a Chipichape iniciaría en segundo semestre del año

El País. (2022). *Bienes de Interés Cultural de Cali, en el abandono: 257 están sin mantenimiento*

ni inversión. <https://www.elpais.com.co/contenido-premium/bienes-de-interes-cultural-de-cali-en-el-abandono-257-estan-sin-mantenimiento-ni-inversion.html>

Equipo editorial Etecé. (2019). *Metales*. <https://humanidades.com/metales/>

ESTRUCTURAMEX. (2021). *¿Qué provoca la oxidación en las estructuras metálicas?*

<https://estructuramex.com/que-provoca-la-oxidacion-en-las-estructuras-metalicas/>

Ferrocarril del Pacifico. (2009). *BIENES INMUEBLES DE INTERES CULTURAL DE*

SANTIAGO DE CALI Puente Chipichape. www.cali.gov.co

INGENIERIA CIVIL EN EL SALVADOR. (2009). *Puente viga*.

<http://ingenieriasalva.blogspot.com/2009/04/puente-viga.html>

Ordoñez Edwar. (2018). *Santiago de Cali la Sucursal del Cielo*.

<http://micaliesasi.blogspot.com/2018/02/blog-post.html>

Parra, S., & Sedano, G. (2011). *Desarrollo de una metodología para la evaluación del estado de puentes existentes*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/1764>

RB Conspro. (2016). *Juntas de expansión en puentes, pasos a desnivel vehiculares y peatonales*.

<https://rbconspro.wordpress.com/2016/11/03/>

s. n. (1942). *Puente chipichape al paso de la locomotora ESKODA operada con carbón*

(Biblioteca Departamental Jorge Garces Borrero, Ed.).

<https://audiovisuales.icesi.edu.co/audiovisuales/handle/123456789/2727>

17. Anexos



Al contestar por favor cite estos datos:

Radicado No.: 202241510200042291

Fecha: 21-11-2022

TRD: 4151.020.13.1.953.004229

Rad. Padre: 202241730101846062

Señores:

JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA

HEISEL JULIANA CARDENAS PULIDO

Estudiantes

Universidad Santo Tomas

Calle 13 No. 50-133 Apto. 101E

heiselcardenas@usantoto.edu.co; jorgeocampom@ustadistancia.edu.co

Referencia: Estudio Patológico Puente Chipichape

Radicado No. 202241730101846062

En atención a su solicitud de la referencia, me permito comunicarle que la Secretaria de Infraestructura autoriza la realización del estudio patológico del puente Chipichape con fines educativos, para ello les solicitamos una reseña del trabajo a realizar, como también una copia del resultado total de los estudios realizados a la estructura del Puente.

Igualmente les comunico que, los trabajos serán coordinados con la Profesional de la Secretaria de Infraestructura Luz Edith Córdoba Valencia - correo luz.cordoba@cali.gov.co y la Ing. Edna Quintero H. encargadas del inventario de Puentes de la Ciudad

Atentamente,

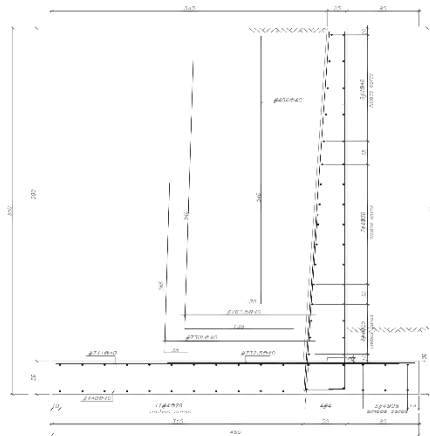
ELIANA MARTINEZ TENORIO

Subsecretaria de Infraestructura y Mantenimiento Vial

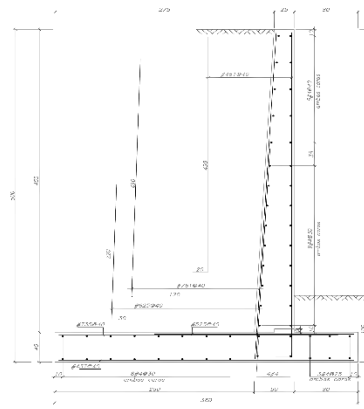
Proyectó-Elaboró: Luz Edith Córdoba Valencia - Profesional Universitario

En atención del desarrollo de nuestros Sistemas de Gestión y Control Integrados le solicito comedidamente diligenciar la encuesta de satisfacción de usuario accediendo al siguiente enlace:

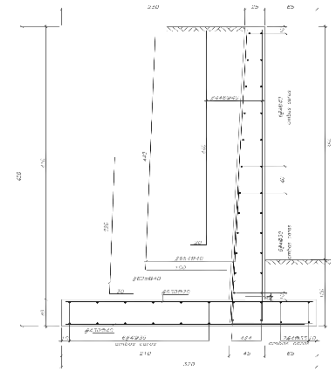
http://www.cali.gov.co/aplicaciones/encuestas_ciudadano/view_encuesta_satisfaccion.php.



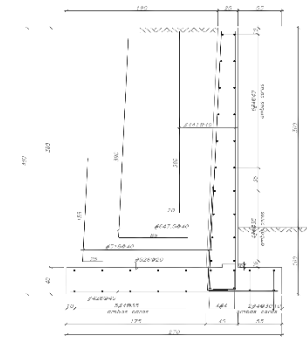
MURO H=550 cm.
ESCALA 1:25



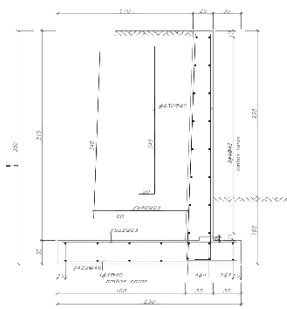
MURO H=500 cm.
ESCALA 1:25



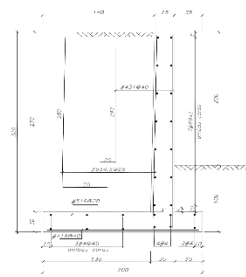
MURO H=450 cm.
ESCALA 1:25



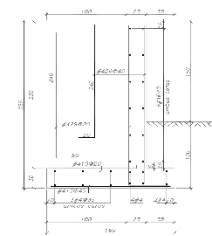
MURO H=400 cm.
ESCALA 1:25



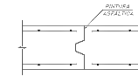
MURO H=350 cm.
ESCALA 1:25



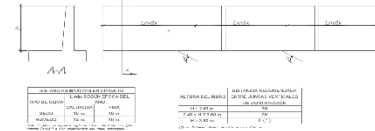
MURO H=300 cm.
ESCALA 1:25



MURO H=250 cm.
ESCALA 1:25



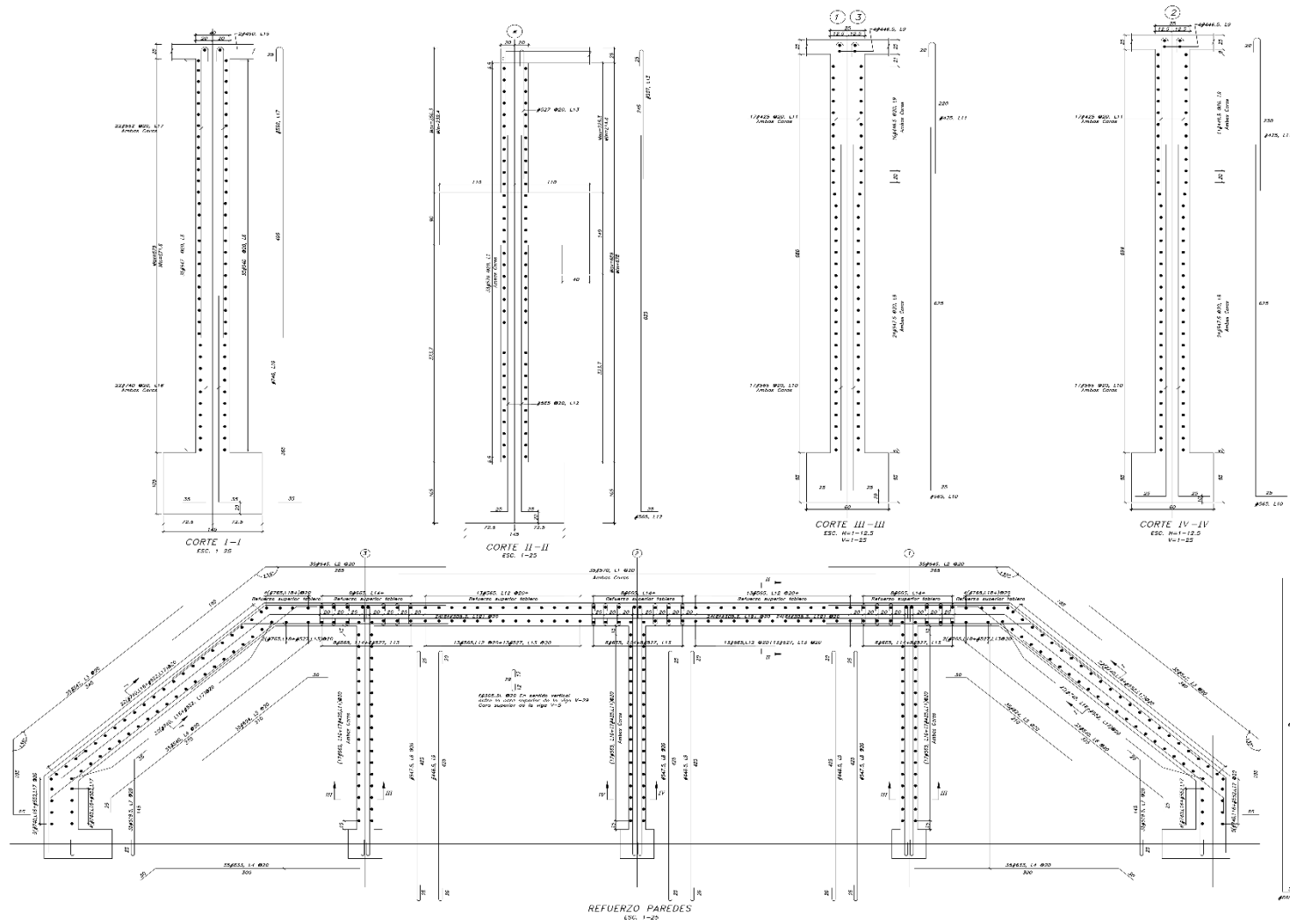
DETALLE JUNTA DE CONTRACCION



PROPIEDADES FISICO-MECANICAS									
W (kg)	V (m³)	ρ (kg/m³)	f _{td} (MPa)	f _{cd} (MPa)	f _{ctd} (MPa)	f _{ctd} (MPa)	f _{ctd} (MPa)	f _{ctd} (MPa)	f _{ctd} (MPa)
1.00	0.001	1000	10.0	10.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.00	0.001	1000	10.0	10.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.00	0.001	1000	10.0	10.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.00	0.001	1000	10.0	10.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

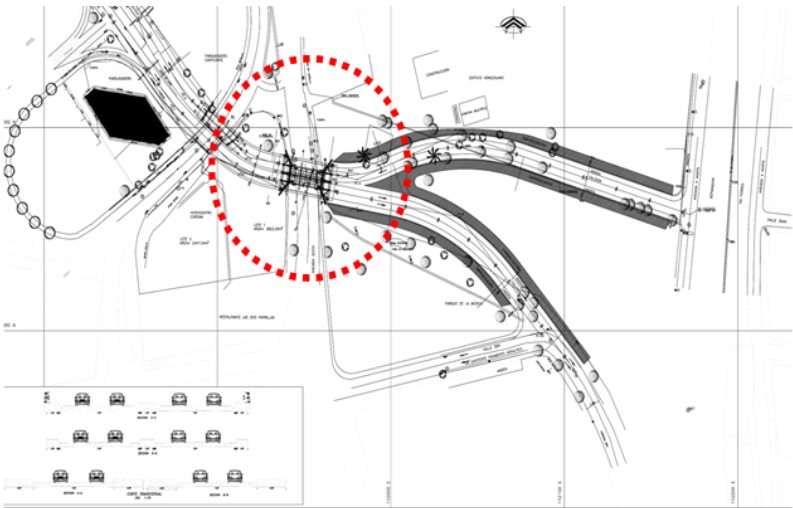
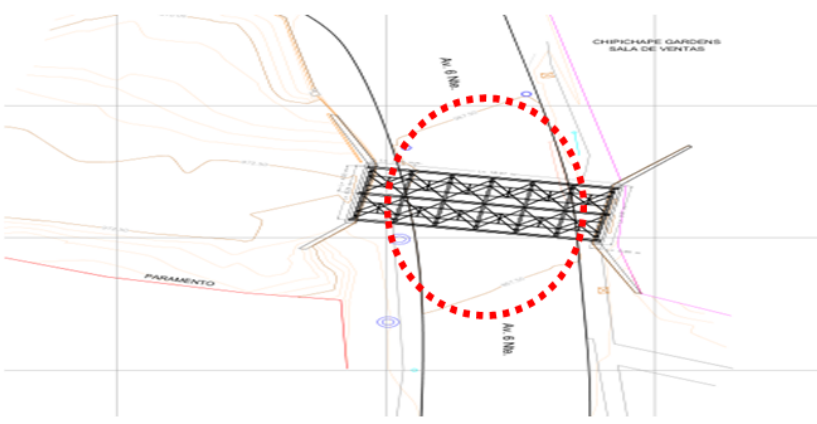
ESPECIFICACIONES	
Material:	Grado 425 (kg/m³)
Requisitos de diseño:	Al menos 100 kg/m³
Procedimiento:	En 10 segundos
Nota:	Ver Manual de Construcción de Puentes
Nota:	El tipo de concreto debe ser el mismo que el utilizado en el diseño
Nota:	El tipo de concreto debe ser el mismo que el utilizado en el diseño

DIMENSIONES EN CENTIMETROS

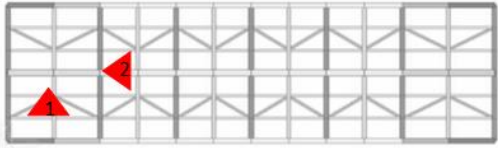


PAREDE				
MATERIAL	CONCRETO	#	LONG. (m)	CANTIDAD
1.1	R	7.00	70	764.40
1.2	R	4.20	70	108.70
1.3	R	4.20	70	213.24
1.4	R	3.30	70	231.70
1.5	R	2.40	70	336.00
1.6	R	1.60	70	436.80
1.7	R	4.00	70	212.94
1.8	R	2.40	70	436.80
1.9	R	2.40	70	436.80
1.10	R	2.40	70	436.80
1.11	R	2.40	70	436.80
1.12	R	2.40	70	436.80
1.13	R	2.40	70	436.80
1.14	R	2.40	70	436.80
1.15	R	2.40	70	436.80
1.16	R	2.40	70	436.80
1.17	R	2.40	70	436.80
1.18	R	2.40	70	436.80
1.19	R	2.40	70	436.80
1.20	R	2.40	70	436.80
TOTAL PAREDES UNIDAS				10562.64

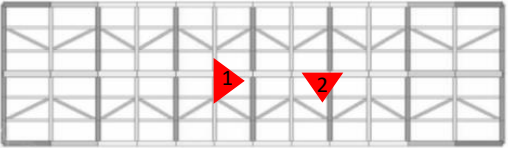
ESPECIFICACIONES	
1. Clase de Concreto:	
- Losa de estructura	150 kg/cm ²
- Losa de separación y de tránsito	150 kg/cm ²
- Vigas y pilas de la zona de tránsito	150 kg/cm ²
- Estribos	150 kg/cm ²
- Columnas	150 kg/cm ²
- Concreto de limpieza, 3 cm. espesor	150 kg/cm ²
2. Clase de acero:	
- Acero, HT-306 (ASTM A36)	40 kg/cm ²
3. Recubrimiento Mínimo del Refuerzo:	
- Losa de estructura	5.0 cm
- Losa de separación y tránsito	2.5 cm
- Vigas	5.0 cm
- Columnas	5.0 cm
- Muros, columnas y vigas	5.0 cm

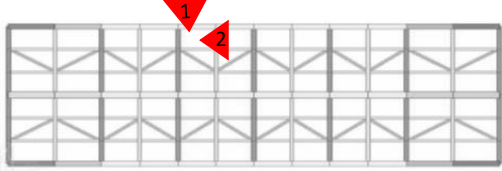
ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA			
Fecha	13-ago-23	Cliente : Comunidad	
Información particular			
Localización	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Intervenciones Previas	Si
Fecha de construccion	1935		No
Uso actual	Ninguno		
Tipo de construcción	Puente de amadura		
			
			
Descripcion del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interes cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estructura metalica		

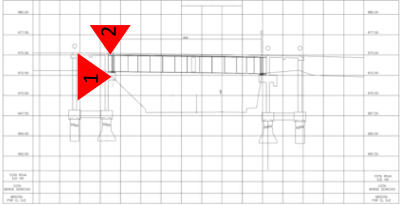
ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPCHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA					
IDENTIFICACION GENERAL					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO		ARMADURA	PREVENCION INTERVENCION	FICHA	No. 2
☒	ESTRUCTURAL	INEXISTENTE		TIPO DE FICHA	DIAGNOSTICO
	CERRAMIENTO Y ACABADOS	TRACCION		NIVEL DE AMENAZA	MEDIO
	INSTALACIONES	COMPRESION	INVESTIGACION	PREDIAGNOSTICO	
LOCALIZACION DEL AREA AFECTADA DEL ELEMENTO		REPARTICION	El deterioro presentado en la estructura obedece a el contacto con la intemperie, la falta de realizar un mantenimiento adecuado pues esto hace que el oxigeno produce fenómenos electroquímicos además la presencia de agua provoca corrosión y la reacción de el metal con el aire causa oxidación	Al presentarse la ausencia de la protección por recubrimiento y falta de mantenimiento en la estructura el elemento presenta características débiles tanto la corrosión como la oxidación hacen que esta estructura se vuelva vulnerable y pierda resistencia	
	VERTICAL	TORSION			
☒	HORIZONTAL	CORTANTE			
☒	PERIMETRAL	NIVEL DE AFECTACION			
ESTADO ACTUAL		CENTRAL			
VIGENCIA		ESQUINERO			
Permanece		ALTO			
		MEDIO			
		BAJO			
LESIONES RESULTANTES		OBSERVACIONES			
Corrosion en elementos		Deterioro el metal, haciendo que la pieza se debilite y la estructura pierda estabilidad y resistencia ante las cargas .			
EVOLUCION					
PERIODICIDAD					
Constante					
COND. PREVIAS					
Iguales					
COND. CONSECUTIVAS					
No se evidencia mantenimiento en la estructura					
CAUSAS					
CAUSAS DIRECTAS		CAUSAS INDIRECTAS			
	MECANICAS		PROYECTO		
☒	FISICAS		EJECUCION		
☒	QUIMICAS		MATERIAL		
	LESIONES PREVIAS	☒	MANTENIMIENTO		

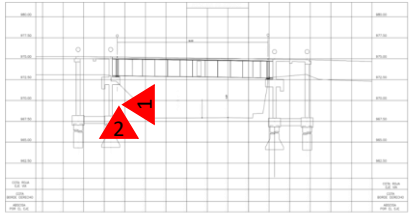
E STUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA											
Información del paciente		Clasificación de lesiones									
		Elementos que componen al paciente									
Paciente	Puente Chipichape	Estribos				Estructura metálica					
Ubicación	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Elemento a analizar lesiones									
Año de construcción	1935	Estribos				Estructura metálica					
Uso	Antiguo ferrocarril	Tipo de lesiones									
Técnica constructiva	Estribos concreto ciclopeo	Directas					Indirectas				
Descripción del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interés cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estructura metálica	Físicas	Mecánicas		Químicas	Biológicas	Proyecto	Falta de mantenimiento	Calidad de materiales		
Localización de la lesión											
Planta de ubicación		Cuadro de lesiones									
		Físicas		Mecánicas			Químicas				
		Capilar	Filtración	Suciedad	Grietas	Fisuras	Desprendimientos	Eflorencia	Oxidación y corrosión	Organismos	Erosión Química
Registro fotográfico		Descripción de la lesión presentada							Nivel de afectación de la lesión		
 		Se puede evidenciar en que el paciente presenta lesiones químicas pues se observa el cierto grado de oxidación debido a la falta de mantenimiento adecuado ya que desde que se dejó de utilizar el puente para paso del ferrocarril se vio afectada la estructura debido al abandono. Pues es de gran importancia combatir la oxidación antes de que la estructura este corroída completamente y pierda resistencia a las cargas							Alto		
									Medio		
									Bajo		

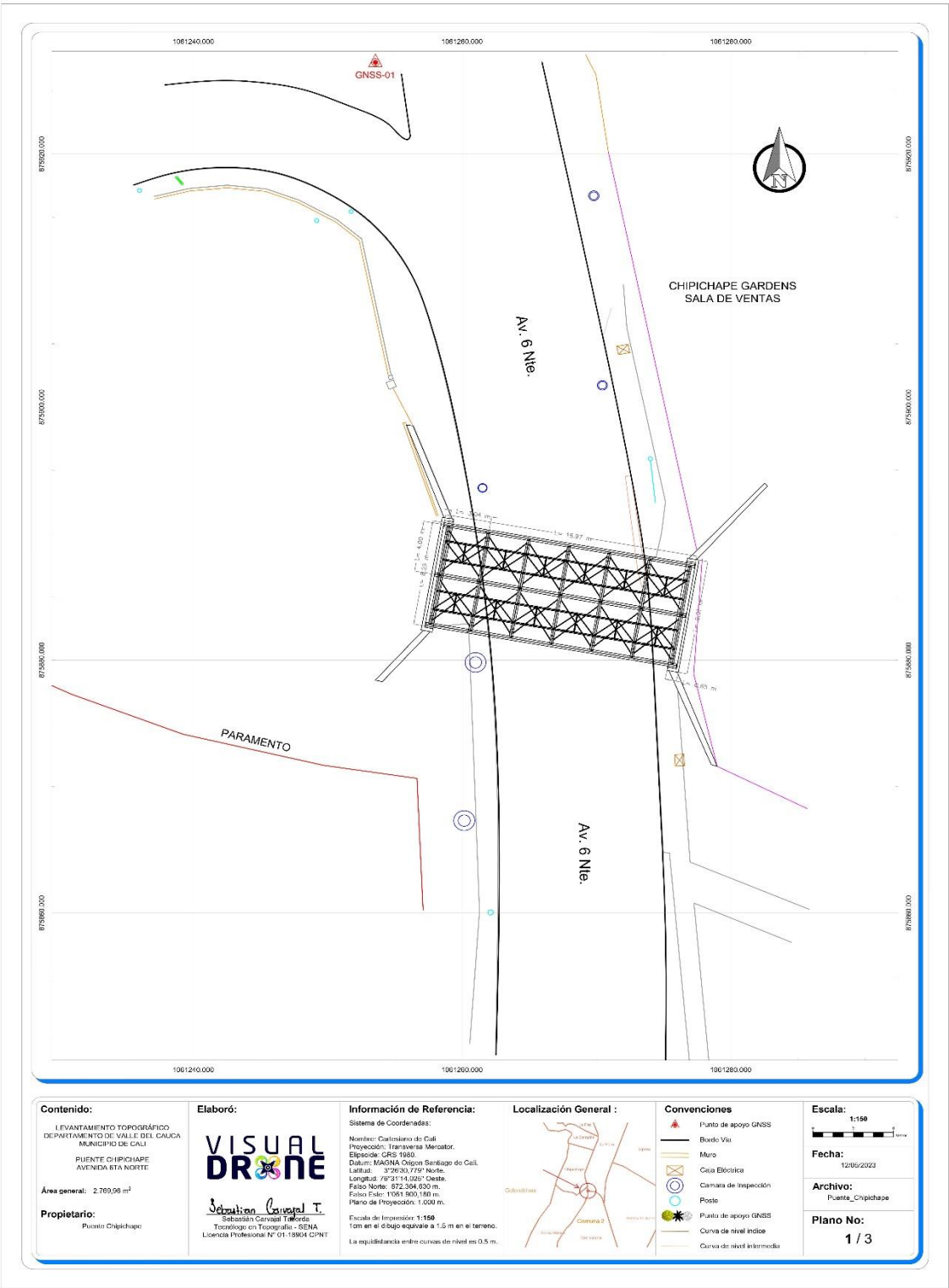
ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA											
Clasificación de lesiones											
Información del paciente		Elementos que componen al paciente									
Paciente	Puente Chipichape	Estribos				Estructura metálica					
Ubicación	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Elemento a analizar lesiones									
Año de construcción	1935	Estribos				Estructura metálica					
Uso	Antiguo ferrocarril	Tipo de lesiones									
Técnica constructiva	Estribos concreto ciclopeo	Directas					Indirectas				
Descripción del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interés cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estructura metálica	Físicas	Mecánicas		Químicas	Biológicas	Proyecto	Falta de mantenimiento	Calidad de materiales		
Localización de la lesión											
Planta de ubicación		Cuadro de lesiones									
		Físicas		Mecánicas			Químicas				
		Capilar	Filtración	Suciedad	Grietas	Fisuras	Desprendimientos	Eflorencia	Oxidación y corrosión	Organismos	Erosión Química
Registro fotográfico		Descripción de la lesión presentada							Nivel de afectación de la lesión		
		Se puede evidenciar en que el paciente presenta lesiones químicas pues se observa el cierto grado de oxidación debido a la falta de mantenimiento adecuado además la presencia de organismos vegetales bajo la estructura metálica sobre los estribos se ve afectada esto facilitaría filtraciones y agrandamiento de las grietas. Debido al abandono que presenta. Pues es de gran importancia combatir la oxidación antes de que la estructura este corroída completamente y pierda resistencia a las cargas							Alto		
									Medio		
									Bajo		

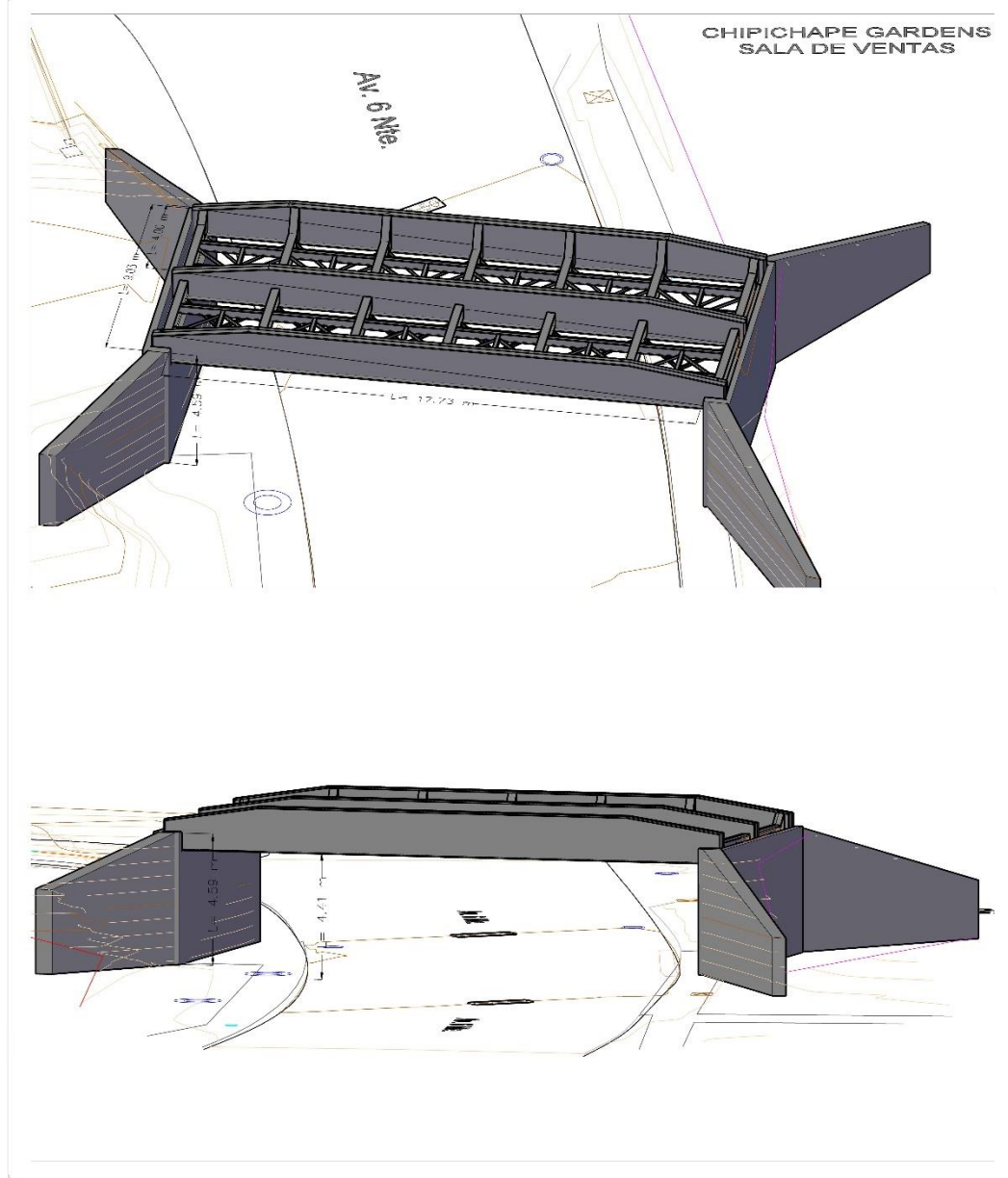
ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA												
Información del paciente		Clasificación de lesiones										
Paciente	Puente Chipichape	Elementos que componen al paciente				Estructura metalica						
Ubicación	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Elemento a analizar lesiones										
Año de construcción	1935	Estribos				Estructura metalica						
Uso	Antiguo ferrocarril	Tipo de lesiones										
Tecnica constructiva	Estribos concreto ciclopeo	Directas				Indirectas						
Descripcion del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interes cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estructura metalica	Fisicas		Mecanicas		Quimicas		Biologicas		Proyecto	Falta de mantenimiento	Calidad de materiales
Localización de la lesión												
Planta de ubicación		Cuadro de lesiones										
		Fisicas			Mecanicas			Quimicas				
		Capilar	Filtración	Suciedad	Grietas	Fisuras	Desprendimientos	Eforecencia	Oxidacion y corrocion	Organismos	Erosión Química	
Registro fotografico		Descripción de la lesion presentada								Nivel de afectacion de la lesión		
 		Se puede evidenciar en que el paciente presenta lesiones quimicas pues se observa el cierto grado de oxidacion debido a la falta de mantenimiento adecuado ya que desde que se dejo de utilizar el puente para paso del ferrocarril se vio afectada la estructura debido al abandono. Pues es de gran importancia combatir la oxidacion antes de que la estructura este corroida completamente y pierda resistencia a las cargas								Alto		
								Medio				
								Bajo				

ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA											
Informacion del paciente		Clasificacion de lesiones									
		Elementos que componen al paciente									
Paciente	Puente Chipichape	Estribos				Estructura metalica					
Ubicación	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Elemento a analizar lesiones									
Año de construcción	1935	Estribos				Estructura metalica					
Uso	Antiguo ferrocarril	Tipo de lesiones									
Tecnica constructiva	Estribos concreto ciclopeo	Directas				Indirectas					
Descripcion del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interes cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estrutura metalica	Fisicas	Mecanicas		Quimicas	Biologicas	Proyecto	Falta de mantenimiento	Calidad de materiales		
Localización de la lesión											
Planta de ubicación		Cuadro de lesiones									
		Fisicas		Mecanicas			Quimicas				
		Capilar	Filtración	Suciedad	Grietas	Fisuras	Desprendimientos	Eforecencia	Oxidacion y corrocion	Organismos	Erosión Quimica
Registro fotografico		Descripción de la lesion presentada							Nivel de afectacion de la lesión		
 		Se puede evidenciar en que el paciente presenta lesiones mecanicas en la estructura metalica esto debido a un fuerte impacto por un vehiculo de carga lo cual impacto los refuerzos de la viga en donde los angulos de refuerzo fueron afectados por una fisura transversal ademas fue pues se observa el cierto grado de oxidacion debido a la falta de mantenimiento adecuado ya que desde que se dejo de utilizar el puente para paso del ferrocarril se vio afectada la estuctura debido al abandono. Pues es de gran importancia combatir la oxidacion antes de que la estuctura este corroida completamente y pierda reistencia a las cargas							Alto		
							Medio				
							Bajo				

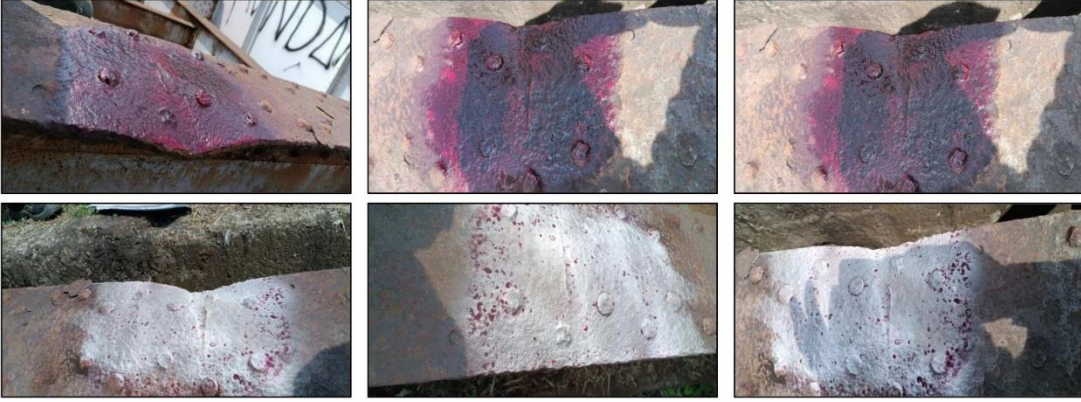
ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA											
Clasificación de lesiones											
Informacion del paciente		Elementos que componen al paciente									
Paciente	Puente Chipichape	Estribos				Estructura metalica					
Ubicación	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Elemento a analizar lesiones									
Año de construcción	1935	Estribos				Estructura metalica					
Uso	Antiguo ferrocarril	Tipo de lesiones									
Tecnica constructiva	Estribos concreto ciclopeo	Directas					Indirectas				
Descripcion del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interes cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estructura metalica	Fisicas	Mecanicas			Quimicas	Biologicas	Proyecto	Falta de mantenimiento	Calidad de materiales	
Localización de la lesión											
Planta de ubicación		Cuadro de lesiones									
		Fisicas			Mecanicas			Quimicas			
		Capilar	Filtración	Suciedad	Grietas	Fisuras	Desprendimientos	Eforecencia	Oxidacion y corrosion	Organismos	Erosión Química
Registro fotografico		Descripción de la lesion presentada							Nivel de afectacion de la lesión		
 		Se puede evidenciar en que el paciente presenta deterioro del platin de conexión al estribo ademas, se observa el cierto grado de oxidacion debido a la falta de mantenimiento adecuado ya que desde que se dejo de utilizar el puente para paso del ferrocarril se vio afectada la estructura debido al abandono. Pues es de gran importancia combatir la oxidacion antes de que la estructura este corroida completamente y pierda resistencia a las cargas							Alto		
									Medio		
									Bajo		

ESTUDIO PATOLÓGICO DE PUENTE CHIPICHAPE INFORMACION GENERAL FICHA TÉCNICA												
Informacion del paciente		Clasificación de lesiones										
		Elementos que componen al paciente										
Paciente	Puente Chipichape	Estribos				Estructura metalica						
Ubicación	Av. 6 Nte.Cali, Valle del Cauca	Elemento a analizar lesiones										
Año de construcción	1935	Estribos				Estructura metalica						
Uso	Antiguo ferrocarril	Tipo de lesiones										
Tecnica constructiva	Estribos concreto ciclopeo	Directas				Indirectas						
Descripcion del paciente	El puente chipichape es una estructura catalogada como bien de interes cultural su estructura se compone de dos estribos cada uno ubicado a su extremo los cuales son en concreto ciclopeo y un tablero en estrutura metalica	Fisicas		Mecanicas		Quimicas		Biologicas		Proyecto	Falta de mantenimiento	Calidad de materiales
Localización de la lesión												
Alzado de ubicación		Cuadro de lesiones										
		Fisicas			Mecanicas			Quimicas				
		Capilar	Filtración	Suciedad	Grietas	Fisuras	Desprendimientos	Eforecencia	Oxidacion y corrocion	Organismos	Erosión Quimica	
Registro fotografico		Descripción de la lesion presentada									Nivel de afectacion de la lesión	
 		Se evidencia que el paciente presenta lesiones quimicas mecanicas y fisicas en sus estribos de concreto ciclopeo, fisicas en donde se evidencia humedad por filtración se ven claramente las manchas por la accion del agua. Las lesiones mecanicas en los estribos pues tiene grietas de 5cm de espesor en la union de las aletas en cuanto a las lesiones quimicas se observa perdida de recubrimiento por arcones de agentes exteriores estas lesiones que se presentan en estos estribos de el puente son generados por una causa indirecta como la falta de mantenimiento.									Alto	
									Medio			
									Bajo			





Contenido: I EVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA MUNICIPIO DEL CALI PUENTE CHICHIPACHE AVENIDA 8TA NOROCCIDENTE	Elaboró:  <i>Sebastian Cervantes T.</i> Sebastian Cervantes Tabor Topógrafo en Topografía - SENA Licencia Profesional N° 01-19804 CPINT	Información de Referencia: Sistema de Coordenadas: Nombre: Cartesiano de Cali Proyección: Transversa Mercator. Elevación: 696.180 m Datum: MAGNA Océano Santiago del Caill. Latitud: 3° 19' 18.00" N Longitud: 76° 31' 14.00" Oeste. Falso Norte: 972.366.830 m Falso Este: 1.065.190.180 m Plano de Proyección: 1.000 m	Localización General :
--	--	---	-----------------------------------

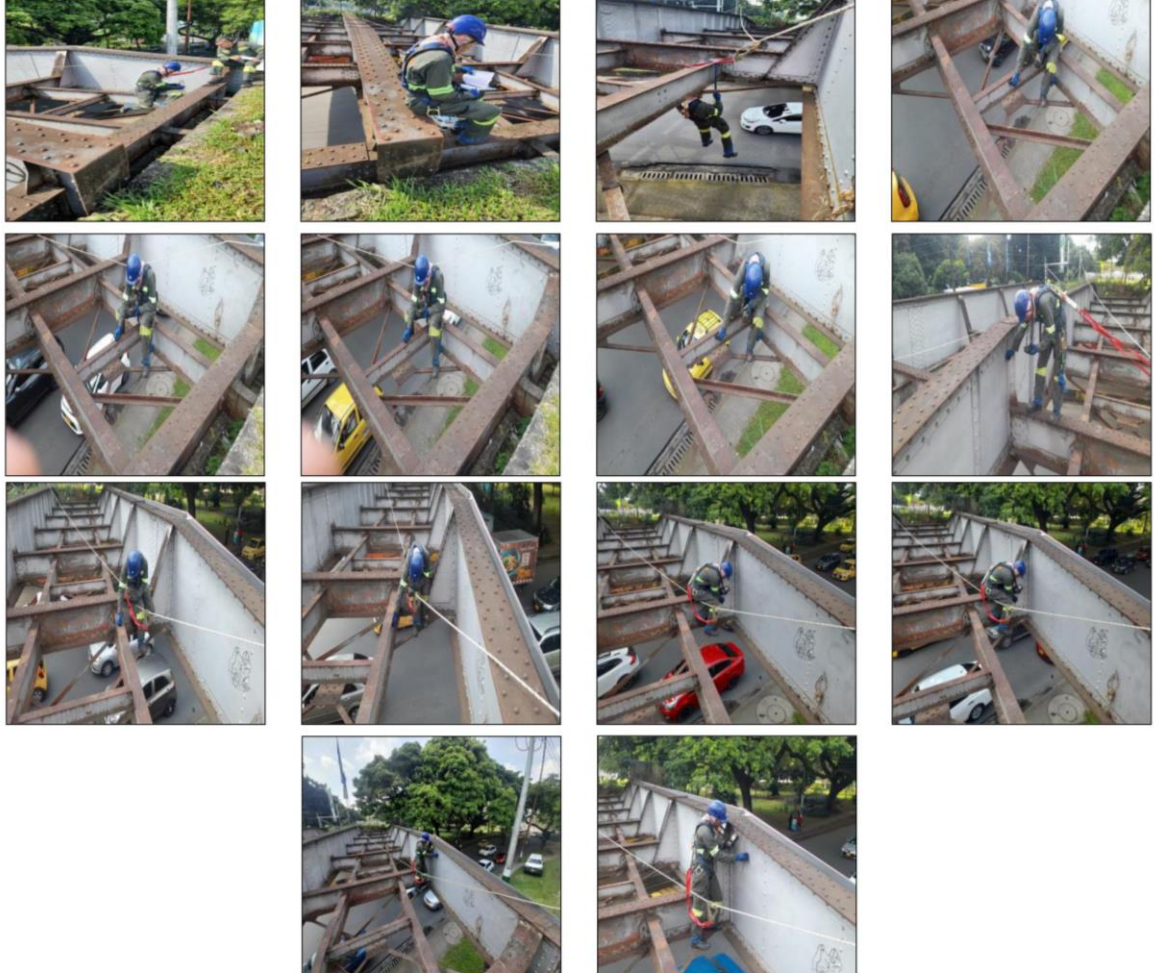
		REPORTE DE INSPECCIÓN LIQUIDOS PENETRANTES					
INFORME PT-01-23		PROYECTO: INSPECCION POR END PUENTE CHIPICHAPE					
EMPRESA O CLIENTE JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA		LUGAR/AREA: CALI CALLE DEL CAUCA		FECHA: 06 DE JUNIO DEL 2023			
				HOJA 2	DE 2		
PARTE INSPECCIONADA: ESTRUCTURA METALICA PUENTE CHIPICHAPE							
ESTADO DE LA SUPERFICIE: RUGOSA ☒ ESMERILADA ☐ MAQUINADA ☐ PULIDA ☐ CEPILLADA ☐ POROSA ☐		MATERIAL: ACERO AL CARBON PROCESO DE SOLDADURA: N/A LONGITUDINAL ☐ CIRCULAR ☐		TIEMPO DE PENETRACION: 20'	TIEMPO DE REVELADO: 10' A 15'		
INDICACIONES: FL: FISURA LONGITUDINAL ☐ FT: FISURA TRANSVERSAL ☐ PA: POROSIDA AGRUPADA ☐ IP: POROSIDA AISLADA ☐ G: GRIETAS ☐ SC: SOCAVACIONES ☐ FF: FALTA DE FUSIÓN ☐ E: ESCORIAS ☐		TIPO PENETRANTE Y REVELADOR: PENETRANTE SKL-WP2/ REVELADOR SKD-S2 MAGNAFLUX NORMA O CODIGO DE REFERENCIA: AWS D1,1 STRUCTURAL WELDING CODE		METODO DE REMOCIÓN: LAVABLE CON REMOVEDOR ☒ POST-EMULSIFICABLE: ☐			
DEFORMACION DE LAS VIGAS DE LOS EJES E, F y G entre los ejes N°5 y N°6.							
ITEM	IDENTIFICACION	UBICACIÓN	SUPEFICIE INSPECCIONADA mm	TOTAL INSPECCIONADO mm	TIPO DE INDICACIÓN	CALIFICACIÓN	
						ACEPTABLE	RECHAZADO
1	DEFORMACION VIGA E	ENTRE EJE N°5 Y N°6	250mm X 250mm	250mm X 250mm	PITTING	X	
2	DEFORMACION VIGA F	ENTRE EJE N°5 Y N°7	250mm X 250mm	250mm X 250mm	PITTING	X	
3	DEFORMACION VIGA G	ENTRE EJE N°5 Y N°8	250mm X 250mm	250mm X 250mm	PITTING	X	
							
OBSERVACIONES: En las areas donde se observaron unas deformaciones en las laminas del patin superior de las vigas de los E, F, y G entre los ejes N°5 y N°6 no se evidenciaron indicaciones que deban ser consideradas como relevantes, por lo tanto se encuentran aceptables.							
INSPECCIONADO POR:  ANCIZAR IZQUIERDO AGUDELO Nivel II PT CERT. N° PT-II-02-21-0053			REVISADO:  ORLANDO SANCHEZ QUIJANO. SERVICIOS TECNICOS OSAQUI		CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA FECHA ELABORACIÓN: 13-06-2023		

		REPORTE DE INSPECCIÓN LIQUIDOS PENETRANTES					
INFORME PT-01-23		PROYECTO: INSPECCION POR END PUENTE CHIPICHAPE					
EMPRESA O CLIENTE JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA		LUGAR/AREA: CALI CALLE DEL CAUCA		FECHA: 06 DE JUNIO DEL 2023			
				HOJA 1	DE 2		
PARTE INSPECCIONADA: ESTRUCTURA METALICA PUENTE CHIPICHAPE							
ESTADO DE LA SUPERFICIE: RUGOSA ☒ ESMERILADA ☐ MAQUINADA ☐ PULIDA ☐ CEPILLADA ☐ POROSA ☐		MATERIAL: ACERO AL CARBON PROCESO DE SOLDADURA: N/A LONGITUDINAL ☐ CIRCULAR ☐		TIEMPO DE PENETRACION: 20'	TIEMPO DE REVELADO: 10' A 15'		
INDICACIONES: FL: FISURA LONGITUDINAL ☐ FT: FISURA TRANSVERSAL ☐ PA: POROSIDA AGRUPADA ☐ IP: POROSIDA AISLADA ☐ G: GRIETAS ☐ SC: SOCAVACIONES ☐ FF: FALTA DE FUSIÓN ☐ E: ESCORIAS ☐		TIPO PENETRANTE Y REVELADOR: PENETRANTE SKL-WP2/ REVELADOR SKD-S2 MAGNAFLUX NORMA O CODIGO DE REFERENCIA: AWS D1,1 STRUCTURAL WELDING CODE		METODO DE REMOCIÓN: LAVABLE CON REMOVEDOR ☒ POST-EMULSIFICABLE: ☐			
VIGA N°1 ENTRE LOS EJES B Y C							
ITEM	IDENTIFICACION	UBICACIÓN	SUPEFICIE INSPECCIONADA mm	TOTAL INSPECCIONADO mm	TIPO DE INDICACIÓN	CALIFICACIÓN	
						ACEPTABLE	RECHAZADO
1	FISURA TRANSVERSAL	VIGA N°1 ENTRE EJE B Y C, PATIN INFERIOR	120mm x 120mm	1000mm	FT		X
							
OBSERVACIONES: Se inspecciono una fisura localizada en la viga del eje N°1 entre los ejes B y C en la lamina del patin inferior y en el refuerzo, esta zona se vio afectada por un fuerte impacto de un vehiculo de carga que quedo atrapado en esta area.							
INSPECCIONADO POR:  ANCIZAR IZQUIERDO AGUDELO Nivel II PT CERT. N° PT-II-02-21-0053		REVISADO:  ORLANDO SANCHEZ QUIJANO. SERVICIOS TECNICOS OSAQUI		CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA FECHA ELABORACIÓN: 13-06-2023			

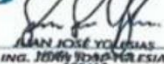
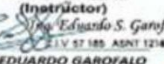
		REPORTE DE EXÁMEN MEDICIÓN DE ESPESORES				INFORME No: MDE-01-23			
						LUGAR : CALI-VALLE DEL CAUCA			
						FECHA : 06 DE JUNIO DEL 2023			
						Pág. 1 - 4			
PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PUENTE CHIPICHAPE				CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA					
LUGAR DE INSPECCIÓN: CALI VALLE DEL CAUCA				ELEMENTO: PUENTE CHIPICHAPE					
ELEMENTOS INSPECCIONADOS: LAMINAS DE ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE				MATERIAL: ACERO AL CARBON					
EQUIPO UTILIZADO						MEDIO DE CALIBRACIÓN			
MARCA	REFERENCIA	GANANCIA AJUSTADA	SERIAL	METODO	PULSADOR	Patron de calibración del equipo 6,3 mm - 12,7mm - 19 mm - 25,4 mm.			
KRAUTKRAMER BRANSON	DME 2E	AUTOMATICA	303201	PULSO ECO	TIPO PICO				
ESPECIFICACIONES DEL TRANSDUCTOR						METODO DE ACOPLE			
MARCA	ANGULO	FRECUENCIA	DIAMETRO	CONTACTO CON SUPERFICIE	TIPO DE TRANSDUCTOR	DIRECTO EN LA SUPERFICIE			
KRAUTKRAMER BRANSON	NORMAL	7,5 MHZ	12,065mm	DIRECTO	DUAL MULTI	ESTADO DE LA SUPERFICIE: LISA SIN PINTURA			
LÁMINAS ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE									
	PUNTO	ACCESORIO	LECTURAS EN mm				RESULTADOS		
			PATIN SUPERIOR	ALMA	PATIN INFERIOR	REFUERZOS	PROMEDIO	ESPESOR MINIMO	% DESGASTE EN REFERENCIA NOMINAL DE 12,75mm
	P1	VIGA PRINCIPAL EJE N°1	11,32	10,95	12,15	11,64	11,59	10,95	85,88
	P2		11,15	11,65	11,95	11,58			
	P3		11,89	11,15	11,58	12,10			
	P4		11,25	11,34	11,25	11,98			
	P5		12,25	12,00	11,35	11,32			
	P6	VIGA EJE N°2 ENTRE EJE A Y B	10,98	8,65	11,58	9,65	9,62	8,12	48,00
	P7		9,25	8,65	10,58	10,65			
	P8		6,12	9,01	9,35	11,35			
	P9		6,12	8,34	11,65	11,58			
	P10		7,52	8,25	11,32	11,78			
	P11	VIGA EJE N°2 ENTRE EJE B Y C	11,25	8,25	11,32	11,35	9,43	8,38	50,04
	P12		6,38	8,15	11,05	11,25			
	P13		6,98	7,89	10,95	10,88			
	P14		6,48	7,80	10,58	10,85			
	P15		7,21	7,78	11,25	11,02			
	P16	VIGA EJE N°2 ENTRE EJE C Y D	11,18	8,88	11,25	11,25	9,83	8,25	49,02
	P17		6,25	8,45	11,05	11,15			
	P18		6,58	8,32	11,35	10,98			
	P19		7,12	8,74	11,47	10,65			
	P20		11,58	8,08	11,21	11,28			
	P21	VIGA EJE N°2 ENTRE EJE D Y E	10,95	8,25	11,18	10,95	9,79	8,25	49,02
	P22		8,25	8,20	11,52	10,58			
	P23		7,12	8,15	11,05	10,85			
	P24		6,25	8,35	11,00	11,02			
	P25		11,28	8,48	11,08	11,25			
	P26	VIGA EJE N°2 ENTRE EJE E Y F	11,25	8,65	11,58	9,65	9,53	8,38	50,04
	P27		6,38	8,65	10,58	10,65			
	P28		6,98	9,01	9,35	11,35			
	P29		6,48	8,34	11,65	11,58			
	P30		7,21	8,25	11,32	11,78			
	P31	VIGA EJE N°2 ENTRE EJE F Y G	10,95	8,25	9,65	11,25	9,75	8,25	49,02
	P32		6,85	8,20	10,65	11,05			
	P33		7,12	8,15	11,35	11,35			
	P34		6,25	8,34	11,58	11,47			
	P35		11,28	8,25	11,78	11,21			
	P36	VIGA EJE N°3 ENTRE EJE A Y B	10,05	8,25	11,18	10,95	9,65	8,58	51,61
	P37		6,58	8,20	11,52	10,58			
	P38		7,00	8,15	11,05	10,85			
	P39		7,12	8,35	11,00	11,02			
	P40		10,25	8,48	11,08	11,25			
	P41	VIGA EJE N°3 ENTRE EJE B Y C	11,25	8,25	11,32	11,35	9,43	8,38	50,04
	P42		6,38	8,15	11,05	11,25			
	P43		6,98	7,89	10,95	10,88			
	P44		6,48	7,80	10,58	10,85			
	P45		7,21	7,78	11,25	11,02			
TECNICO UT  ANCIZAR IZQUIERDO AGUDELO MASTER VTII-04-19-025			REVISADO POR  ORLANDO SANCHEZ QUIJANO Inspector de Ultrasonido Nivel II E/UT-2/11/2019			RECIBIDO POR Empresa Nombre _____ Cargo _____			

		REPORTE DE EXÁMEN MEDICIÓN DE ESPESORES				INFORME No: MDE-01-23			
						LUGAR : CALI-VALLE DEL CAUCA			
						FECHA : 06 DE JUNIO DEL 2023			
						Pág. 2 - 4			
PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PUENTE CHIPICHAPE				CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA					
LUGAR DE INSPECCIÓN: CALI-VALLE DEL CAUCA				ELEMENTO: PUENTE CHIPICHAPE					
ELEMENTOS INSPECCIONADOS: LAMINAS DE ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE				MATERIAL: ACERO AL CARBON					
EQUIPO UTILIZADO						MEDIO DE CALIBRACIÓN			
MARCA	REFERENCIA	GANANCIA AJUSTADA	SERIAL	METODO	PULSADOR	Patron de calibración del equipo 6,3 mm - 12,7mm - 19 mm - 25,4 mm.			
KRAUTKRAMER BRANSON	DME 2E	AUTOMATICA	303201	PULSO ECO	TIPO PICO				
ESPECIFICACIONES DEL TRANSDUCTOR						METODO DE ACOPLE			
MARCA	ANGULO	FRECUENCIA	DIAMETRO	CONTACTO CON SUPERFICIE	TIPO DE TRANSDUCTOR	DIRECTO EN LA SUPERFICIE			
KRAUTKRAMER BRANSON	NORMAL	7,5 MHZ	12,065mm	DIRECTO	DUAL MULTI	ESTADO DE LA SUPERFICIE: LISA SIN PINTURA			
LÁMINAS ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE									
	PUNTO	ACCESORIO	LECTURAS EN mm				RESULTADOS		
			PATIN SUPERIOR	ALMA	PATIN INFERIOR	REFUERZOS	PROMEDIO	ESPESOR MÍNIMO	
								% DESGASTE EN REFERENCIA NOMINAL DE 12,75mm	
	P1	VIGA EJE N°3 ENTRE EJE C Y D	10,95	8,25	11,18	10,95	9,79	6,25	49,02
	P2		8,25	8,20	11,52	10,58			
	P3		7,12	8,15	11,05	10,85			
	P4		6,25	8,35	11,00	11,02			
	P5		11,28	8,48	11,08	11,25			
	P6	VIGA EJE N°3 ENTRE EJE D Y E	11,25	8,65	11,58	9,65	9,53	6,38	50,04
	P7		6,38	8,65	10,58	10,65			
	P8		6,98	9,01	9,35	11,35			
	P9		6,48	8,34	11,65	11,58			
	P10		7,21	8,25	11,32	11,78			
	P11	VIGA EJE N°3 ENTRE EJE E Y F	10,95	8,25	11,52	11,25	9,75	6,25	49,02
	P12		6,85	8,20	10,65	11,05			
	P13		7,12	8,15	11,35	11,35			
	P14		6,25	8,34	11,58	11,47			
	P15		11,28	8,25	11,78	11,21			
	P16	VIGA EJE N°3 ENTRE EJE F Y G	10,05	8,25	11,18	10,95	9,65	6,58	51,61
	P17		6,58	8,20	11,52	10,58			
	P18		7,00	8,15	11,05	10,85			
	P19		7,12	8,35	11,00	11,02			
	P20		10,25	8,48	11,08	11,25			
	P21	VIGA CENTRAL EJE N°4	11,05	10,85	12,00	11,58	11,40	10,85	85,10
	P22		11,85	10,98	11,68	11,62			
	P23		10,98	11,15	11,85	11,25			
	P24		11,15	11,05	11,18	11,85			
	P25		11,58	11,85	11,25	11,15			
	P26	VIGA EJE N°5 ENTRE EJE A Y B	10,98	8,65	11,58	9,65	9,62	6,12	48,00
	P27		9,25	8,65	10,58	10,65			
	P28		6,12	9,01	9,35	11,35			
	P29		6,12	8,34	11,65	11,58			
	P30		7,52	8,25	11,32	11,78			
	P31	VIGA EJE N°5 ENTRE EJE B Y C	11,25	8,25	11,32	11,35	9,43	6,38	50,04
	P32		6,38	8,15	11,05	11,25			
	P33		6,98	7,89	10,95	10,88			
	P34		6,48	7,80	10,58	10,85			
	P35		7,21	7,78	11,25	11,02			
	P36	VIGA EJE N°5 ENTRE EJE C Y D	11,18	8,68	11,25	11,25	9,83	6,25	49,02
	P37		6,25	8,45	11,05	11,15			
	P38		6,58	8,32	11,35	10,98			
	P39		7,12	8,74	11,47	10,65			
	P40		11,58	8,08	11,21	11,28			
	P41	VIGA EJE N°5 ENTRE EJE D Y E	10,95	8,25	11,18	10,95	9,79	6,25	49,02
	P42		8,25	8,20	11,52	10,58			
	P43		7,12	8,15	11,05	10,85			
	P44		6,25	8,35	11,00	11,02			
	P45		11,28	8,48	11,08	11,25			
TECNICO UT  ANCIZAR IZQUIERDO AGUDELO 'MASTER VTII-04-19-025			REVISADO POR  JORGE ARMANDO SANCHEZ QUIJANO Inspector de Ultrasonido Nivel II E.U.T-2/11/2019				RECIBIDO POR / Empresa Nombre _____ Cargo _____		

		REPORTE DE EXÁMEN MEDICIÓN DE ESPESORES				INFORME No: MDE-01-23			
						LUGAR : CALI-VALLE DEL CAUCA			
						FECHA : 06 DE JUNIO DEL 2023			
						Pág. 3 - 4			
PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PUENTE CHIPICHAPE				CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA					
LUGAR DE INSPECCIÓN: CALI-VALLE DEL CAUCA				ELEMENTO: PUENTE CHIPICHAPE					
ELEMENTOS INSPECCIONADOS: LAMINAS DE ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE				MATERIAL: ACERO AL CARBON					
EQUIPO UTILIZADO						MEDIO DE CALIBRACIÓN			
MARCA	REFERENCIA	GANANCIA AJUSTADA	SERIAL	METODO	PULSADOR	Patron de calibración del equipo 6,3 mm - 12,7mm - 19 mm - 25,4 mm.			
KRAUTKRAMER BRANSON	DME 2E	AUTOMATICA	303201	PULSO ECO	TIPO PICO				
ESPECIFICACIONES DEL TRANSDUCTOR						METODO DE ACOPLE			
MARCA	ANGULO	FRECUENCIA	DIAMETRO	CONTACTO CON SUPERFICIE	TIPO DE TRANSDUCTOR	DIRECTO EN LA SUPERFICIE			
KRAUTKRAMER BRANSON	NORMAL	7,5 MHZ	12,065mm	DIRECTO	DUAL MULTI	ESTADO DE LA SUPERFICIE: LISA SIN PINTURA			
LÁMINAS ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE									
	PUNTO	ACCESORIO	LECTURAS EN mm				RESULTADOS		
			PATIN SUPERIOR	ALMA	PATIN INFERIOR	REFUERZOS	PROMEDIO	ESPESOR MINIMO	% DESGASTE EN REFERENCIA NOMINAL DE 12,75mm
	P1	VIGA EJE N°5 ENTRE EJE E Y F	10,98	8,65	11,58	9,65	9,62	8,12	48,00
	P2		9,25	8,65	10,58	10,65			
	P3		6,12	9,01	9,35	11,35			
	P4		6,12	8,34	11,65	11,58			
	P5		7,52	8,25	11,32	11,78			
	P6	VIGA EJE N°5 ENTRE EJE F Y G	11,25	8,25	11,32	11,35	9,43	8,38	50,04
	P7		6,38	8,15	11,05	11,25			
	P8		6,98	7,89	10,95	10,88			
	P9		6,48	7,80	10,58	10,85			
	P10		7,21	7,78	11,25	11,02			
	P11	VIGA EJE N°6 ENTRE EJE A Y B	11,18	8,68	11,25	11,25	9,83	8,25	49,02
	P12		6,25	8,45	11,05	11,15			
	P13		6,58	8,32	11,35	10,98			
	P14		7,12	8,74	11,47	10,65			
	P15		11,58	8,08	11,21	11,28			
	P16	VIGA EJE N°6 ENTRE EJE B Y C	10,95	8,25	11,18	10,95	9,79	8,25	49,02
	P17		8,25	8,20	11,52	10,58			
	P18		7,12	8,15	11,05	10,85			
	P19		6,25	8,35	11,00	11,02			
	P20		11,28	8,48	11,08	11,25			
	P21	VIGA EJE N°6 ENTRE EJE C Y D	11,25	8,65	11,58	9,65	9,53	8,38	50,04
	P22		6,38	8,65	10,58	10,85			
	P23		6,98	9,01	9,35	11,35			
	P24		6,48	8,34	11,65	11,58			
	P25		7,21	8,25	11,32	11,78			
	P26	VIGA EJE N°6 ENTRE EJE D Y E	10,95	8,25	9,85	11,25	9,75	8,25	49,02
	P27		6,85	8,20	10,85	11,05			
	P28		7,12	8,15	11,35	11,35			
	P29		6,25	8,34	11,58	11,47			
	P30		11,28	8,25	11,78	11,21			
	P31	VIGA EJE N°6 ENTRE EJE E Y F	11,25	8,25	11,32	11,35	9,43	8,38	50,04
	P32		6,38	8,15	11,05	11,25			
	P33		6,98	7,89	10,95	10,88			
	P34		6,48	7,80	10,58	10,85			
	P35		7,21	7,78	11,25	11,02			
	P36	VIGA EJE N°6 ENTRE EJE F Y G	11,18	8,68	11,25	11,25	9,83	8,25	49,02
	P37		6,25	8,45	11,05	11,15			
	P38		6,58	8,32	11,35	10,98			
	P39		7,12	8,74	11,47	10,65			
	P40		11,58	8,08	11,21	11,28			
	P41	VIGA PRINCIPAL EJE N°7	11,25	11,32	11,18	11,35	11,13	10,58	82,98
	P42		11,05	11,05	11,52	11,25			
	P43		11,35	10,95	11,05	10,88			
	P44		11,47	10,58	11,00	10,85			
	P45		11,21	11,25	11,08	11,02			
TECNICO UT  ANCIZAR IZQUIERDO AGUDEO MASTER VTII-04-19-025			REVISADO POR  ORLANDO SÁNCHEZ QUIJANO Inspector de Ultrasonido Nivel II E/UT-2/11/2019			RECIBIDO POR Empresa Nombre _____ Cargo _____			

	REPORTE DE EXÁMEN MEDICIÓN DE ESPESORES	INFORME No: MDE-01-23
		LUGAR : CALI-VALLE DEL CAUCA
PROYECTO: INSPECCIÓN POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PUENTE CHIPICHAPE		FECHA : 06 DE JUNIO DEL 2023 Pág. 4 - 4
LUGAR DE INSPECCION: CALI VALLE DEL CAUCA	CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA	
ELEMENTOS INSPECCIONADOS: LAMINAS DE ESTRUCTURA PUENTE CHIPICHAPE	ELEMENTO: PUENTE CHIPICHAPE	
MATERIAL: ACERO AL CARBON		
REGISTRO FOTOGRAFICO EVIDENCIA DE MEDICIONES		
		
TECNICO UT  ANCIZAR IZQUIERDO AGUDEO MASTER VTII-04-19-025	REVISADO POR  ORLANDO SANCHEZ QUIJANO Inspector de Ultrasonido Nivel II E/UT-2/11/2019	RECIBIDO POR : Empresa Nombre _____ Cargo _____

	INFORME DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	INFORME N°: 01-23
		FECHA: 06 DE JUNIO DEL 2023
		CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA
		PROYECTO: INSPECCIÓN POR END PUENTE CHIPICHAPE
		Página No. 37 de 38

MASTER TECNICA EXPERIENCIA, EFICIENCIA Y CONFIABILIDAD		MASTER-VTII-04-19-025 Valido hasta: Mayo 3-2024
Otorga el presente CERTIFICADO DE APROBACIÓN ANCIZAR IZQUIERDO AGUDELO CC. 1.018,428,052		
Por haber efectuado y aprobado los trabajos programados en el curso de: “INSPECCIÓN VISUAL NIVEL II”		
Con la siguiente calificación: Examen Teórico General: 73% Examen Teórico Específico: 83% Examen Práctico: 84% Calificación Promedio: 80%	Duración: 24 Horas. Fecha: 1 al 3 de Mayo del 2019 Lugar: Santiago de Cali, Colombia	
Este entrenamiento cumple con todos los requisitos exigidos por la ASNT en la practica recomendada SNT-TC-1A.		
MASTER TECNICA S.A.S  ING. JOSE FERNANDO DELGADO C. GERENTE GENERAL	ASNT-NIVEL III  ING. JUAN JOSE YORISIAS NDT LEVEL III ASNT 105615	ASNT-NIVEL III (Instructor)  ING. EDUARDO GARÓFALO NDT LEVEL III ASNT 121660
Santiago de Cali, Colombia, mayo 3 del 2019.		

MASTER TECNICA EXPERIENCIA, EFICIENCIA Y CONFIABILIDAD		MASTER-PTII-02-21-0053 Valido hasta: Febrero-15-2024
Otorga el presente CERTIFICADO DE APROBACIÓN ANCIZAR IZQUIERDO AGUDELO C.C. 1.018.428.052		
Por haber efectuado y aprobado los trabajos programados en el curso de: “TINTAS PENETRANTES II”		
Con la siguiente calificación: Examen Teórico General: 87% Examen Teórico Específico: 100% Examen Práctico: 85% Calificación Promedio: 90,67%	Duración: 12 Horas. Fecha: 13 al 15 de Febrero de 2021 Lugar: Santiago de Cali, Colombia	
Este entrenamiento cumple con todos los requisitos exigidos por la ASNT en la practica recomendada SNT-TC-1A.		
APMI  ING. JOSE FERNANDO DELGADO C. GERENTE GENERAL	ASNT - NIVEL III.  Ing. Eduardo Garófalo Certificado N° 121660 Instructor Nivel III	 
Santiago de Cali, Colombia, Abril 28 de 2019.		

	INFORME DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	INFORME N°: 01-23
		FECHA: 06 DE JUNIO DEL 2023
		CLIENTE: JORGE ARMANDO OCAMPO MEDINA
		PROYECTO: INSPECCIÓN POR END PUENTE CHIPICHAPE
		Página No. 36 de 38

				CERTIFICADO DE EXAMINACION CERTIFICADO DE EXAMINACION			
CERTIFICA QUE EL SEÑOR: ORLANDO SANCHEZ QUIJANO con CC 14.973.769							
HA REUNIDO LOS REQUERIMIENTOS DE EXPERIENCIA, EDUCACION Y EXAMINACION DE ACUERDO A LA PRACTICA ESCRITA DE LA COMPAÑIA (O-WP-001 Revisión 3) BASADA EN EL DOCUMENTO SNT - TC - 1 A DE ASNT, Y QUIEN HA SIDO EXAMINADO EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN EL METODO DE:							
ULTRASONIDO NIVEL II (DOS)							
QUE LOS RESULTADOS DEL EXAMEN SON:							
	REAL	REQUERIDO	PESO	SECTOR: METALMECANICO			
A) GENERAL	88.0	70	1/3	 ORLANDO SANCHEZ QUIJANO CC 14.973.769			
B) ESPECIFICO	92.0	70	1/3				
C) PRACTICO	90.0	70	1/3				
GRADO COMPUESTO		90.0	REPRESENTANTE DE LA COMPAÑIA  GERMAN MELENDREZ C.				
CERTIFICADO N° E/UT-2/05/22							
FECHA DE EMISIÓN: AGOSTO 8 DEL 2022				ASNT NDT NIVEL III Registro 101349			
FECHA DE EXPIRACIÓN: AGOSTO 7 DEL 2025				E-Mail: gmcendrez@hotmail.com			

875884 N
1061249 E

 LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS CC CRISTOBAL CASTILLO S.A.S.	REGISTRO DE EXPLORACIÓN	Versión: 0
		Código: -
		Página: 1 de 1

Cliente: Ing. Josfe Ocampo Proyecto: Puente ferroviario Inspector: Cristóbal Castillo Perforación: 1 Nº:	Fecha de Toma: Agosto. 18 de 2020 Ubicación: Chiriquí Perforador: Breiner Guapis Prof. Nivel freático (m): No registro. Estado del tiempo: Seco
---	--

Prof. (m)	Muestra N° Clase	Golpes Tubería Revest.	Descripción del material	Observaciones
1.0	000 - 100 mt		Pelleno material de la zona arellita Plástica de color café oscuro con vetas gris oscuro con un % bajo de residuo de construcción y guiso menudos HN=1P consistencia bajo a media	
2.0	C1 100 - 150	1/18"	Arellita expansiva de color gris oscuro con vetas café oscuro HN > 1P. Consistencia media alta.	
3.0	C2 200 - 250	4 - 7 6	" " "	
4.0	C3 300 - 350	9 - 10 10	" " "	
5.0	C4 400 - 450	10 - 11 11	Arellita expansiva de color gris oscuro con vetas café oscuro y gris azulado con un % bajo de grava azulado 3/8 HN > 1P. consistencia alta 400 - 500	
6.0	C5 500 - 550	18 - 29 1/2"		

Observaciones: No hubo Agua y rechazo a 5.20 posible sobre tamaño
está dando la ruta de la cuchara

LABORATORIO



GEOCONTROL S A S

LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS CIVILES E INTERVENTORIAS

1. INTRODUCCION

GEOCONTROL SAS ha realizado el presente estudio de suelos a solicitud del **ING. JORGE OCAMPO**, en el Puente de CHIPICHAPE patrimonio cultural del municipio de Santiago de Cali, dicho estudio pretende evaluar las características del suelo de cimentación del puente

Este informe contiene la descripción de la investigación del suelo hecha con perforaciones y ensayos de campo y laboratorio, los resultados de ella representados por la estratigrafía, las propiedades del suelo, y los parámetros sísmicos.

Por la confianza depositada para la realización de este estudio, se agradece la solicitud del **ING. JORGE OCAMPO**, y al cumplir con el objetivo propuesto, esperamos seguir siendo útil en sus futuros proyectos.





GEOCONTROL S A S

LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS CIVILES E INTERVENTORIAS

PROYECTO: PUENTE FERROVIARIO CHIPICHAPE

CLIENTE: Ing.. JORGE OCAMPO

FECHA: JUNIO DE 2023

PILAS PERFORADAS EN SUELOS COHESIVOS - CAPACIDAD DE CARGA

CARGA POR PUNTA	
$Q_p = Q_{\text{punta neta}} = (A_p)(C_u)(N_c)/F_s$ donde Q_v = Carga Vertical Q_p = Carga por Punta Q_f = Carga por Friccion C_u = Cohesion no drenada N_c = Se toma usualmente 9 cuando la relacion L/D es mayor o igual a 4 A_p = Area del pilote F_s = 3	

Tabla 1. Calculo de Carga por Punta, Q_p					
Ø Pila (Diametro)	A_p (Area Pila)	C_u (Ton)	N_c	L (Largo)	Q_p (Ton)
0,20	0,031	18,75	9	5,5	1,77
0,40	0,126	18,75	9	5,5	7,07
0,60	0,283	18,75	9	5,5	15,90
0,80	0,503	18,75	9	5,5	28,27
1,00	0,785	18,75	9	5,5	44,18
1,20	1,131	18,75	9	5,5	63,62
1,40	1,539	18,75	9	5,5	86,59
1,50	1,767	18,75	9	5,5	99,40
1,60	2,011	18,75	9	5,5	113,10

$N_c = 30$
 $q_u = 3,8 \text{ Kg/cm}^2$

CARGA POR FRICCION	
$Q_f = (\alpha)(C_u)(P)(L)/F_s$ donde $\alpha = 0,5$ C_u = Cohesion = Npromedio P = Perimetro de la Seccion Transversal Pilote L = Longitud del Pilote $F_s = 2$	

$N_c = 16$
 $q_u = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$

Tabla 2. Calculo de Carga por Friccion, Q_f					
Ø Pila (Diametro)	C_u (Ton)	α	P (Perimetro)	L (Largo)	Q_f (Ton)
0,20	10,00	0,5	0,63	5,5	8,64
0,40	10,00	0,5	1,26	5,5	17,28
0,60	10,00	0,5	1,88	5,5	25,92
0,80	10,00	0,5	2,51	5,5	34,56
1,00	10,00	0,5	3,14	5,5	43,20
1,20	10,00	0,5	3,77	5,5	51,84
1,40	10,00	0,5	4,40	5,5	60,48
1,50	10,00	0,5	4,71	5,5	64,80
1,60	10,00	0,5	5,03	5,5	69,12

Q_v (Ton)
10,41
24,35
41,82
62,83
87,38
115,45
147,07
164,20
182,21

OBSERVACIONES:



GEOCONTROL S A S

LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS CIVILES E INTERVENTORIAS

REGISTRO DE PERFORACIÓN DEL SUBSUELO

CLIENTE Ing. JORGE OCAMPO
PROYECTO PUENTE FERROVIARIO CHIPICHAPE
SONDEO # 2
FECHA JUNIO 21 DE 2023

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No	GOLPES No	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
1,00			Relleno limo-arcilloso de color café oscuro con vetas gris y un porcentaje bajo de desechos de construcción	
2,00		1 - 3 - 2	Limo-arcilloso color gris oscuro con vetas café	
3,00		3 - 7 - 6	ML	
4,00		8 - 8 - 8		
5,00		11 - 10 - 11	Limo -arcilloso color gris oscuro con vetas café y gris azulado, algunas gravas.	
6,00		21 - 30/2	ML	

Profundidad de la capa freática NO APARECE
Muestreadores Tipo CUCHARA PARTIDA
Peso Martillo 63,5Kg
Caída Libre 30"



GEOCONTROL S A S

LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS CIVILES E INTERVENTORIAS

REGISTRO DE PERFORACIÓN DEL SUBSUELO

CLIENTE	Ing. JORGE OCAMPO	N: 875884
PROYECTO	PUENTE FERROVIARIO CHIPICHAPE	E: 1061249
SONDEO #	1	
FECHA	JUNIO 21 DE 2023	

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA No	GOLPES No	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
1,00			Relleno limo-arcilloso de color café oscuro con vetas gris y un porcentaje bajo de desechos de construcción	
2,00		1 - 2 - 3	Limo-arcilloso color gris oscuro con vetas café	
3,00		4 - 6 - 7	ML	
4,00		4 - 10 - 10		
5,00		10 - 11 - 11	Limo -arcilloso color gris oscuro con vetas café y gris azulado, algunas gravas.	
6,00		18 - 29/5	ML	

Profundidad de la capa freática	NO APARECE
Muestreadores Tipo	CUCHARA PARTIDA
Peso Martillo	63,5Kg
Caída Libre	30"