

Trabajo Profesional Integrado

Estudio Patológico Puente El Sosiego, Vereda La Honda, Líbano, Tolima

Johan A. Ariza Campos, Ángel F. Aldana Montenegro y Jaime A. Quiroga Casallas

Universidad Santo Tomas De Aquino

Especialización En Patología De La Construcción

Arq. Walter Mauricio Barreto Castillo

Enero, 2022

Tabla de contenido

Resumen.....	6
1. Introducción	7
2. Justificación.....	9
3. Objetivos.....	10
a. Objetivo General.....	10
b. Objetivos Específicos	10
4. Marco Referencial	11
a. Teórico	11
b. Legal.....	12
5. Alcance y Limitaciones.....	13
6. Metodología.....	14
a. Descripción	14
b. Preparación y planteamiento.....	14
c. Historia Clínica	19
<i>i. Responsables del estudio</i>	<i>19</i>
<i>ii. Fecha de realización del estudio</i>	<i>19</i>
<i>iii. Datos generales</i>	<i>19</i>
<i>iv. En la construcción civil:.....</i>	<i>22</i>
<i>v. Aplicación patológica</i>	<i>23</i>

vi.	<i>Datos específicos de las lesiones</i>	23
vii.	<i>Descripción de la patología más relevante</i>	28
viii.	<i>Clasificación y origen de las patologías</i>	29
ix.	<i>Datos generales del entorno</i>	29
d.	<i>Diagnóstico</i>	31
7.	Estudio vulnerabilidad sísmica	32
a.	Análisis de vulnerabilidad sísmica	32
i.	<i>Ubicación del paciente</i>	32
ii.	<i>Cuencas hidrográficas</i>	32
iii.	<i>Geología</i>	33
iv.	<i>Geomorfología</i>	35
v.	<i>Determinación de la zona sísmica, el valor Aa Y Ad</i>	36
b.	Matriz de vulnerabilidad	39
8.	Propuesta de intervención	41
a.	Propuesta	41
b.	Presupuesto	44
c.	Programación	46
9.	Conclusiones	47
10.	Recomendaciones	48
11.	Referencias bibliográficas	49

12. Anexos.....	50
a. Ficha información general	50
b. Ficha levantamiento planimétrico	53
c. Fichas levantamiento lesiones	55
d. Ficha registro fotográfico	59
e. Fichas de mantenimientos periódicos.....	62
f. Ensayo de suelos.....	72
g. Ensayo de núcleos	97
h. Seguimiento a grietas y fisuras	99

Índice de figuras

Figura 1. Levantamiento arquitectónico. Planta.	15
Figura 2. Levantamiento arquitectónico. Alzado sur.....	16
Figura 3. Levantamiento arquitectónico. Alzado norte.	16
Figura 4. Localización municipio. Tomado de Wikipedia, 2012.	20
Figura 5. Localización paciente. Adaptado de Google maps, 2011.....	20
Figura 6. Losa superior.	24
Figura 7. Vigas descolgadas.	24
Figura 8. Estribo costado sur.	25
Figura 9. Grietas en estribo costado norte.	26
Figura 10. Grietas en estribo costado norte.	27
Figura 11. Obras complementarias.	27
Figura 12. Presencia y contaminación con material vegetal.....	27
Figura 13. Desprendimiento de piezas de concreto.	28
Figura 14. desprendimiento de piezas de concreto.	28
Figura 15. Panorámica de la implantación del puente.....	30
Figura 16. Plano altitudes topográficas. tomado de oficina de planeación municipal.....	30
Figura 17. Localización del paciente en el municipio.	32
Figura 18. Zona de amenaza sísmica. tomado de servicio geológico colombiano.....	34
Figura 19. Convenciones. tomado de servicio geológico colombiano.	35
Figura 20. Zona de amenaza volcánica. Tomado del servicio geológico colombiano.	36
Figura 21. Zona de movimiento en maza. Tomado de servicio geológico colombiano.	37
Figura 22.....	37
Figura 23. Panorámica del municipio.	38

Índice de tablas

Tabla 1: Etapas de desarrollo para estudio.	14
Tabla 2. Clasificación de lesiones.....	29

Resumen

Viendo la importancia del puente el sosiego, vereda la honda, dentro de la dinámica social y económica del municipio del Líbano, Tolima, y previendo el alto riesgo de colapso que presenta, poniendo en riesgo la seguridad y vida de las personas, se desarrolla el presente ejercicio académico para la aplicación de los conocimientos adquiridos en la especialización Patología de la construcción, con el propósito de caracterizar los procesos patológicos, establecer la lesión más relevante y proponer una propuesta de intervención que actualice la estructura al código colombiano de puentes (ccp 14), mitigue el riesgo de colapso y aumente la vida útil del mismo.

Palabras clave

Patología - Lesión - Diagnostico - Intervención - Vida útil - Riesgo de colapso - CCP 14

1. Introducción

El puente el sosiego se ubica sobre una vía de carácter terciara que garantiza el acceso, la comunicación y el tránsito a un 60% de las veredas del costado sur oriental del municipio del Líbano, Tolima, por lo tanto, se convierte en un elemento de gran importancia en la infraestructura vial del municipio. Este corredor vial comunica y permite el tránsito hacia municipios vecinos y hacia un 60% de las veredas del costado sur oriental.

A pesar de la gran necesidad de mantener la estructura en buenas condiciones por su servicio regional, el puente no ha presentado ningún tipo de mantenimiento durante el tiempo en el que ha prestado su servicio, solamente se evidencia una obra complementaria que se realizó para mitigar el riesgo de colapso, y que, a pesar de ello, este riesgo no ha sido reducido y por el contrario los procesos patológicos se continúan dando y evolucionando.

Es por esta razón que surge la necesidad de realizar el presente estudio patológico con el fin de identificar las diferentes lesiones que pueden llegar a afectar la estabilidad de la estructura y la seguridad de las personas que transitan y hacen uso de él.

En el presente documento se caracterizan las diferentes lesiones existentes en el puente el sosiego, determinando el nivel de cumplimiento de la estructura a la normatividad vigente CCP 14 (código colombiano de puentes) y el nivel de riesgo de colapso dadas las diferentes afectaciones.

El documento se divide en 13 capítulos. En los primeros 5 capítulos se establecen los objetivos generales y específicos, el marco referencial, los alcances y limitaciones. En los siguientes 2 capítulos se hace un análisis detallado de el estado actual de la estructura, y en los

posteriores 3 se detalla la intervención propuesta para actualizar y mitigar riesgo de colapso, y en los últimos 3 se dan conclusiones y recomendaciones, referencia bibliográfica y se anexa toda la documentación pertinente.

Se logra establecer la capacidad de la estructura gracias a la historia clínica donde se recopiló información que ayudo a determinar el nivel de severidad de las diferentes lesiones, se estableció un diagnóstico basado en los resultados de los estudios de laboratorio realizados como fueron el estudio de suelos, el análisis de resistencia de concretos y de la actividad de grietas y fisuras, los cuales permitieron realizar una propuesta de intervención que mitiga el riesgo de colapso, actualizando el puente a la normatividad vigente y que aumenta la vida útil del mismo.

Este estudio está dirigido a las autoridades municipales encargadas del mantenimiento y sostenimiento de la red vial municipal, como sustento y respaldo para lograr la ejecución de obras que ayuden a mantener en buen estado la red de carreteras veredales sin incurrir en altos costos que afecten la economía local y de las comunidades que hacen uso diario de las mismas, a patólogos que realicen estudios e investigación a estructuras similares.

2. Justificación

Dada la gran responsabilidad que tenemos ingenieros y arquitectos sobre la vida y seguridad de las personas, tenemos el compromiso de realizar este informe académico, como aporte a la administración municipal, para promover un proceso de intervención del puente el sosiego, ya que a la fecha de realización del presente estudio, se evidencian lesiones que comprometen la estabilidad estructural con un alto riesgo de colapso, que podrían afectar de manera importante la economía de la región y el tránsito de las comunidades que hacen uso del mismo.

3. Objetivos

a. Objetivo General

Proponer una intervención viable técnica y económicamente para un correcto tratamiento a las lesiones identificadas y las adecuaciones necesarias para aumentar la vida útil del paciente y garantizar el cumplimiento de la norma colombiana de diseño de puentes ccp14.

b. Objetivos Específicos

- **Objetivo Especifico 1**

Realizar el estudio patológico a la estructura del puente el sosiego.

- **Objetivo Especifico 2**

Diagnosticar las lesiones presentadas en la estructura y el nivel de gravedad de las mismas mediante ensayos de laboratorio.

- **Objetivo Especifico 3**

Elaborar un presupuesto y un cronograma de obra de la propuesta de intervención.

4. Marco Referencial

a. Teórico

De acuerdo con el significado, tomado de la enciclopedia broto patologías de la construcción, respecto a “la patología es la ciencia que estudia los problemas constructivos, sus procesos y sus soluciones (...)”¹, con el presente documento se abordó el estudio de los procesos patológicos presentes en el puente vehicular el sosiego, paciente de este informe.

Para abordar el análisis se tomó como referencia y punto de inicio la metodología propuesta en la enciclopedia broto, donde se establece un análisis integral del paciente tipificando cada una de las lesiones, caracterizándola de acuerdo con su localización, su origen (físico, químico, mecánico, medio ambiental, biológico), sus causas (directas o indirectas) sus niveles de severidad (bajo, medio, alto) y las posibles propuestas de intervención (reparación, restauración, rehabilitación, prevención), de acuerdo a los resultados de los diferentes tipos de ensayos (destructivos y no destructivos) realizados a la estructura.

De igual manera se implementaron los conocimientos adquiridos en los diferentes cursos de la especialización patologías de la construcción de la universidad Santo Tomás.

También se utilizó como referencia el manual para la inspección visual de puentes y pontones, convenio interadministrativo 0587 – 03 de invias el cual “pretende ser una guía para la inspección de puentes y pontones”²

¹ Broto, 2005, Pg. 31

² Grupo técnico invias, 2006, Pg. 8

b. Legal

Se tuvo como base legal la siguiente normatividad que rige los procesos constructivos y de diseño de edificios, estructuras y puentes en el territorio colombiano:

- Ccp-14, Código colombiano de diseño de puentes.
- Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes.
- Decreto 926 de 2010. NSR-2010 Establece las condiciones para que las construcciones y estructuras cumplan con condiciones de sismo resistencia.

5. Alcance y Limitaciones

El alcance del presente documento es establecer el estado actual del puente el sosiego, para determinar su nivel de deterioro, el riesgo de colapso y la viabilidad para ofrecer una propuesta de intervención que permita el aumento de la vida útil del mismo.

Como limitación, no se cuenta con información existente, lo cual requiere hacer un levantamiento detallado propio por cuenta de los integrantes del equipo de trabajo. Este levantamiento va desde información de carácter histórico, social y técnico, diligenciando formatos de levantamiento de información mediante visitas de campo.

De igual manera, al ser un estudio de carácter académico, tiene como limitación la cantidad de muestras y ensayos a realizar para el análisis, estudio y determinación de conclusiones, debido a limitantes de carácter económicos para la realización de los mismos.

6. Metodología

a. Descripción

El paciente es un puente en concreto el cual se compone de una losa apoyada sobre tres vigas descolgadas, que a su vez descansan sobre dos pilares en los costados sur y norte de los cuales no es posible determinar el sistema de cimentación existente.

b. Preparación y planteamiento

La siguiente tabla muestra las etapas con la que se abordara el estudio patológico, para concluir y entregar las propuesta técnica y económica que permita darle cumplimiento a la norma CCP14 de invias (norma colombiana de diseño de puentes) y así garantizar la estabilidad y extensión de la vida útil del paciente.

Tabla 1: Etapas de desarrollo para estudio.

ETAPA	DESCRIPCION
1	Recopilación de información existente
2	Inspección y reconocimiento visual de lesiones
3	Realización de fichas de análisis
4	Levantamiento planimétrico de la estructura
5	Conformación del equipo de trabajo
6	Ensayos y pruebas de laboratorio
7	Análisis de resultados de ensayos y pruebas de laboratorio
8	Análisis del cumplimiento de normatividad vigente
9	Análisis de lesiones y diagnostico
10	propuesta técnica de intervención
11	Propuesta económica de intervención
12	Conclusiones

- **Inspección preliminar:**

Consistió en la inspección ocular al sitio de ubicación del paciente en la vereda la Honda del Municipio del Líbano, para la toma de datos y conseguir una definición física lo más

desarrollada posible del elemento a reparar. Mediante esta inspección se estableció un diagnóstico inicial y una visión general para evaluar el estado actual de la unidad afectada y la recolección de datos como el nombre del diseñador, del constructor, de las condiciones medioambientales del sector, de datos técnicos del paciente, los cuales permiten definir de manera preliminar las causas de las afectaciones principales.

- **Recopilación de información:**

Debido a que no se cuenta con información documentada, la mayoría de la información relacionada en el presente documento ha sido generada por parte de los integrantes del equipo de trabajo luego de visitas de campo, levantamiento de planos y recolección de información de manera verbal con vecinos del sector. En las figuras 01, 02 y 03 se muestran planos de levantamiento arquitectónico realizado.

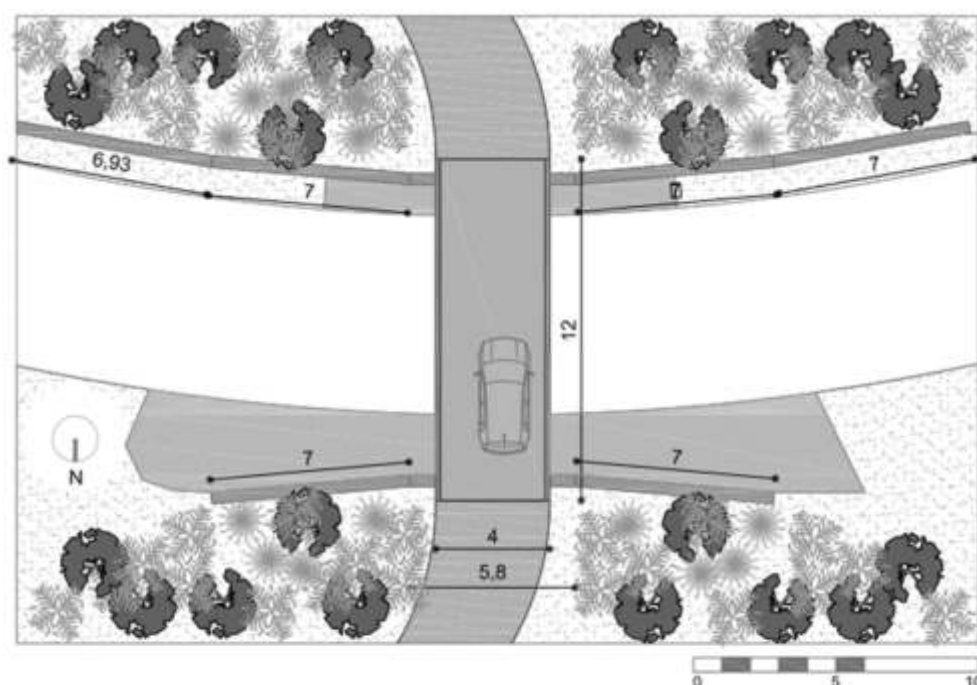


Figura 1. Levantamiento arquitectónico. Planta.

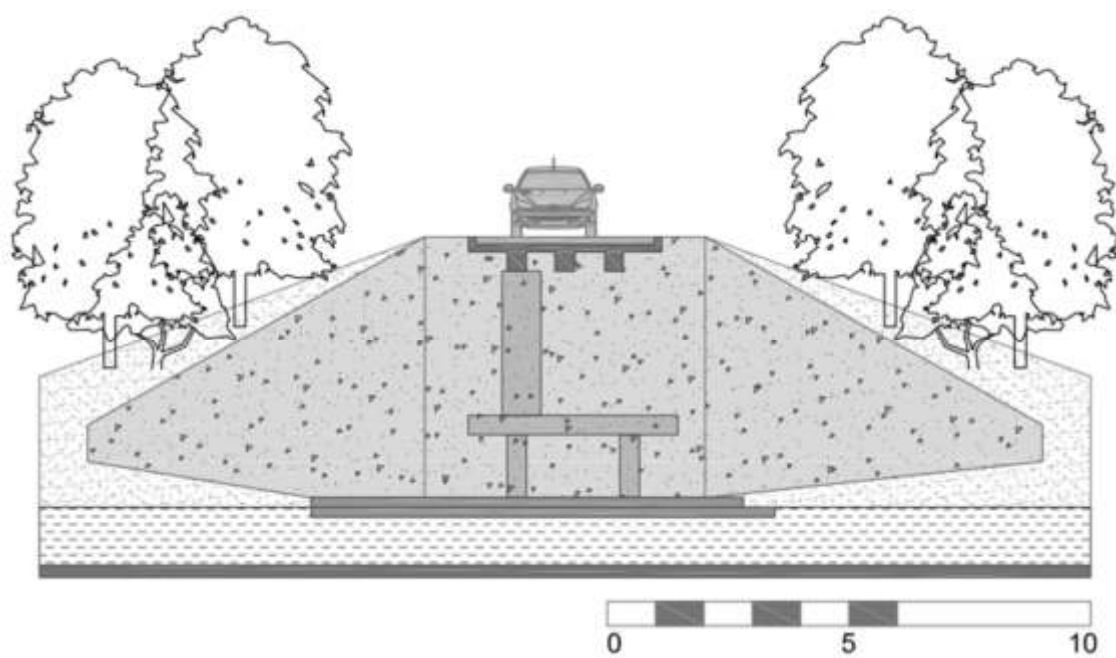


Figura 2. Levantamiento arquitectónico. Alzado sur.

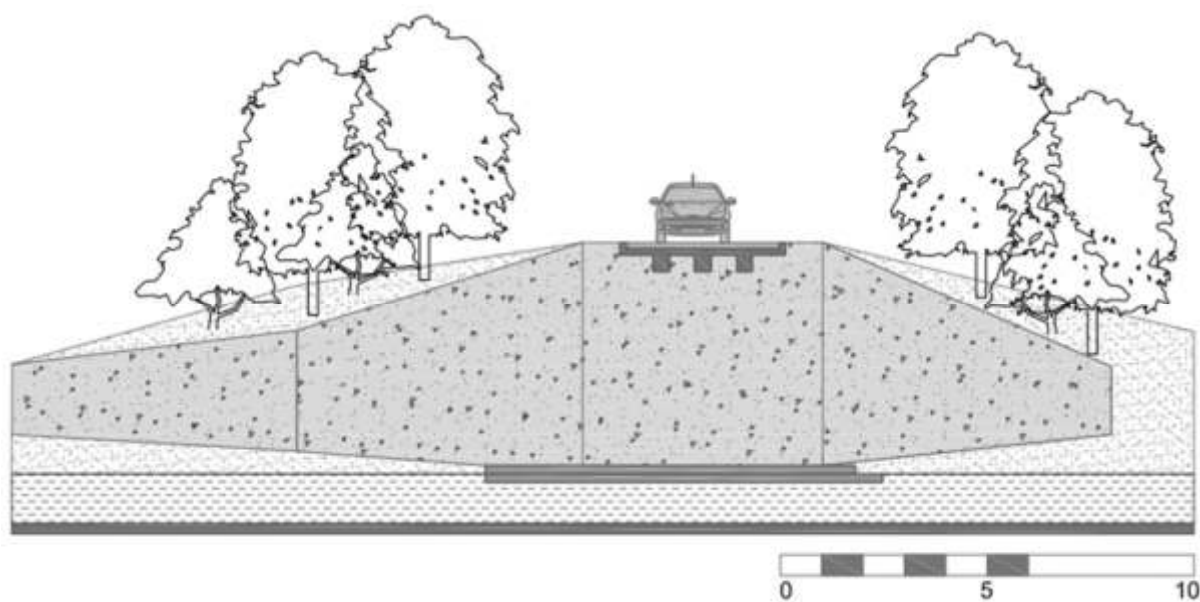


Figura 3. Levantamiento arquitectónico. Alzado norte.

- **Permisos y autorizaciones:**

Los permisos necesarios para la toma de muestras para ensayos y laboratorios se tramitarán mediante la secretaria de planeación e infraestructura, oficina encargada y responsable por parte de la administración municipal. El acceso al paciente para visitas que no contemplen ensayos destructivos no requiere de trámite de permisos y autorizaciones especiales.

- **Definición del equipo de trabajo:**

El equipo de trabajo está conformado por los siguientes profesionales: Arq. Ángel Felipe Aldana Montenegro, Arq. Johan Alejandro Ariza Campos, Ing. Jaime Alexander Quiroga Casallas, estudiantes de la especialización en patología de la construcción de la universidad Santo Tomas.

- **Definición de los medios para realizar la exploración:**

En la presente sección se describen las evaluaciones y justificación para los ensayos de laboratorio a realizar.

- **Evaluación de aceros de refuerzo:** Con esta evaluación se pretende verificar la existencia, diámetro, ubicación, presencia y velocidad de corrosión en aceros de refuerzo.
 - **Ferrosan:** Con este equipo es posible detectar armaduras de acero en estructuras. Este equipo permite determinar diámetros del acero y a que profundidad se puede estar encontrando.

- **Medida del potencial de corrosión de la armadura:** Mediante corrosímetro, para determinar la velocidad y nivel de corrosión por medio de la técnica de resistencia de polarización lineal.
- **Evaluación de resistencia de concreto:** Con esta evaluación se pretende determinar la resistencia y calidad del concreto.
 - **VPU velocidad de pulso ultrasónico:** Esta técnica permite evaluar la uniformidad del concreto, presencia de grietas y vacíos. Permite establecer correlaciones con la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.
 - **Extracción y ensayo de núcleos:** Se realizará para determinar la resistencia a la compresión.
- **Evaluación de diseño estructural:** Con esta evaluación se pretende establecer si el diseño estructural del puente cumple con los requerimientos establecidos por la normatividad vigente.
 - **Estudio de suelos:** El cual permite establecer la capacidad portante del suelo, los asentamientos máximos permitidos, las recomendaciones para la cimentación y el cumplimiento o no de la estructura construida y/o la recomendación para la construcción de un nuevo tipo de sub/estructura de apoyo para la losa superior.
- **Evaluación de grietas:** Con esta evaluación se pretende establecer el estado de las grietas, su nivel de evolución en determinado periodo de tiempo y la gravedad y afectación de las mismas en todo el sistema estructural.

- **Testigos in situ:** Mediante la instalación de testigos in situ, y el seguimiento periódico, se establecerá si las fisuras y grietas se encuentran activas o inactivas.

c. Historia Clínica

i. Responsables del estudio

Los responsables del presente estudio son los siguientes profesionales: Arq. Ángel Felipe Aldana Montenegro, Arq. Johan Alejandro Ariza Campos, Ing. Jaime Alexander Quiroga Casallas, estudiantes de la especialización en patología de la construcción de la universidad Santo Tomas.

ii. Fecha de realización del estudio

Julio de 2021

iii. Datos generales

- **Nombre:** Puente vehicular el sosiego
- **Localización:** El municipio del Líbano, se localiza al norte del departamento del Tolima, Colombia. Limita al norte con los municipios de Villa Hermosa y Armero, al occidente con el municipio de Murillo, al oriente con los municipios de Lérída y al sur con el municipio de Santa Isabel. Específicamente, el paciente se encuentra ubicado en la vereda la Honda, vía hacia el corregimiento de santa teresa en el Km 07+73.³

³ Alcaldía del Líbano, Tolima (2021, marzo 18). Información del municipio. <https://www.libano-tolima.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>



Figura 4. Localización municipio. Tomado de Wikipedia, 2012.

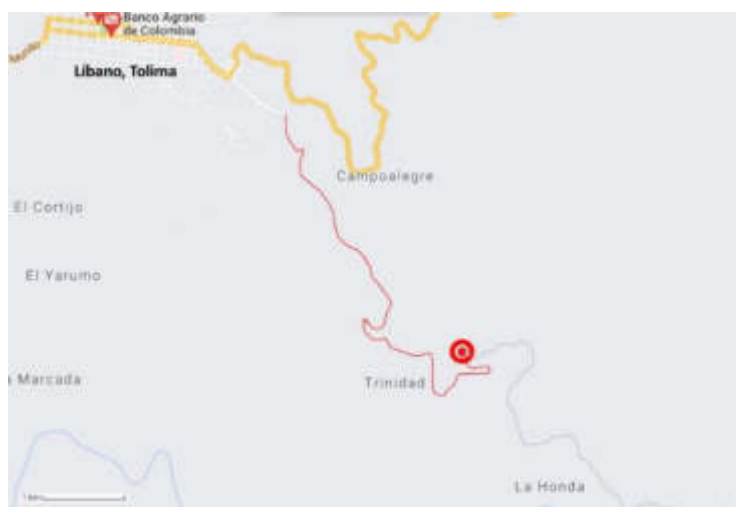


Figura 5. Localización paciente. Adaptado de Google maps, 2011.

- **Fecha de construcción:** No se cuenta con información documentada de la fecha de construcción, pero luego de investigación de campo, se estima que la construcción del elemento data del año 1976.

- **Uso actual y uso previsto:** En la actualidad el uso vigente de la estructura es un puente que comunica la cabecera municipal con el área rural del costado sur oriental.
- **Importancia del paciente:** La importancia del paciente dentro de la dinámica de la región es alta, ya que, a pesar de ser una vía sin asfaltar, es considerada como la principal vía de acceso, después de la carretera pavimentada principal que del Líbano comunica con el municipio de Armero. Esta vía además de comunicar con la vía nacional que conduce a la capital del departamento del Tolima, Ibagué, permite el tránsito hacia municipios vecinos como Lérída, Armero y Ambalema; 3 centros poblados cuyos nombres son san Fernando, Santa Teresa y Tierra Adentro, y más de 50 veredas del municipio dentro de las que se encuentran algunas como la honda, el Carmen, Altamira, la tribuna, los cuartos, etc. El flujo vehicular por esta vía, permite el tránsito y movimiento de productos agrícolas principalmente el café, de ganadería y de productos de minera como plata y oro. Por lo tanto, su aporte a la economía de la región y del departamento es bastante importante, y se vería muy afectada, si el paciente en estudio llegase a colapsar debido a las diferentes lesiones que presenta.
- **Sistema estructural, constructivo:** Luego de realizar una inspección visual a la estructura, se evidencia un puente, el cual está conformado por losa superior de 0.30 m de espesor, apoyada sobre 3 vigas descolgadas de 0.40 m * 0.40 m, simplemente apoyadas sobre un estribo al costado norte, y un estribo al costado sur, de los cuales no es posible determinar el sistema de cimentación existente, pero cuenta con dos pasarelas paralelas a los estribos, las cuales tienen un contacto directo con la escorrentía de agua de la quebrada. Todos los elementos que componen el sistema están contruidos en

concreto, y, a pesar de que se evidencian aceros expuestos en algunos elementos, no es posible determinar si la estructura cuenta con reforzamientos en su totalidad.

- **Normativa actual que lo rige:** En la actualidad, cualquier estructura que su uso sea puente, debe regirse bajo la norma CCP14 de invias (norma colombiana de diseño de puentes).

iv. En la construcción civil:

- **Tipo de cimentación:** No es posible determinar el tipo de cimentación presente en la estructura.
- **Altura:** La altura libre del puente se encuentra a 4.70 metros desde el nivel de la ronda hídrica del canal el sosiego hasta la losa y 5.30 metros desde el nivel de la ronda hídrica hasta el piso fino de la losa.
- **Área:** 12.00 metros de largo * 4.00 metros de ancho = 48.00 m² de área.
- **Estado general de construcción:** Se realiza una segmentación del paciente en los siguientes elementos, y a cada uno se le asigna un nivel de gravedad dependiendo de las lesiones encontradas en cada elemento:
 - **Losa superior:** Estado leve.
 - **Vigas descolgadas:** Estado leve.
 - **Estribo norte:** Estado moderado.
 - **Cimentación estribo norte:** No se determina.
 - **Estribo sur:** Estado Grave
 - **Cimentación estribo sur:** No se determina.
- **Información existente:** No se cuenta con información existente.

- **Fidelidad de los planos:** Los planos presentados son elaboración propia por parte de los integrantes del equipo de trabajo.

v. Aplicación patológica

El paciente se clasifica dentro de un grupo de edad geriátrico, ya que, de acuerdo con la investigación realizada en campo, la edad aproximada es de 45 años y conforme con el código colombiano de diseño sísmico de puentes de 1995 CCP-95 numeral A.3.5.1.1 la vida útil promedio de un puente es de 50 años. Por lo tanto, estaría llegando al final de su vida útil, y debido a las lesiones presentadas es necesario realizar una evaluación completa de la estructura, para determinar la intervención a realizar.

vi. Datos específicos de las lesiones

A continuación, se relacionan y describen las lesiones encontradas de acuerdo al registro visual realizado en la inspección preliminar.

- **Losa:** en la figura 6 se evidencia una losa en concreto sin fisuras ni grietas evidentes, hay machas y deterioro por suciedad por el contacto con agentes ambientales, debido a una aparente falta de mantenimiento y limpieza. También se evidencia la inexistencia de barandas que garanticen la seguridad de transeúntes y vehículos. No cuenta con parapetos que sirvan para anclaje de barandas y como contención para el material de rodadura.



Figura 6. Losa superior.

- **Vigas descolgadas:** Estos elementos tienen una buena apariencia y no se evidencian fisuras ni grietas a causa de sobre esfuerzos mecánicos como se muestra en la figura 7. No se encuentran suciedad o manchas excesivas por contaminación ambiental. Se evidencia la existencia de organismos animales, al parecer panales de abejas que están colonizando la estructura de manera superficial. Presenta hormigonero leve a causa de errores en el proceso constructivo en la fundida del concreto utilizado.



Figura 7. Vigas descolgadas.

- **Estribo costado norte:** Este elemento presenta contaminación con material orgánico, vegetal y manchas de suciedad por contaminación ambiental en un 70% de su superficie. Como se ve en la figura 8, no se evidencian grietas y fisuras de grandes dimensiones, que sean signos de alarma para el colapso del paciente a causa de este elemento. No es posible determinar el sistema de cimentación que transmite las cargas al terreno, sin embargo, se evidencian unas pasarelas en concreto paralelas al elemento, con un constante contacto con la escorrentía de la quebrada.



Figura 8. Estribo costado sur.

- **Estribo costado sur:** Este elemento es el que presenta el mayor grado de afectación y lesiones. Se evidencia presencia de gran cantidad de grietas y fisuras a 45° de considerable tamaño visibles en la figura 9 y 10, que van desde los 0.02 mm hasta los 0.09 mm de espesor y con una profundidad de 0.40 cm, atravesando el elemento en su totalidad en puntos específicos, las cuales se podrían considerar como lesiones que pueden afectar la estabilidad y vida útil del paciente. En la figura 11 se evidencian elementos estructurales, que de acuerdo con información de vecinos de la zona fueron

construidos en una segunda etapa, para intentar reducir el riesgo de colapso del elemento, pero no se ve que cuenten con los estudios técnicos mínimos que respalde su función. Estos elementos también tienen un alto grado de deterioro y alto riesgo de colapso, ya que presentan grietas, fisuras y exposición de aceros de refuerzo. Además, como se evidencia en la figura 12 se ve contaminación por material orgánico, vegetal y suciedad con contaminantes medio ambientales en un 90 % de la superficie del concreto. Como se ve en las figuras 13 y 14, en la superficie del terreno y de la quebrada, hay existencia de piezas de concreto que se han desprendido al parecer por un sobre esfuerzo de empuje mecánico del terreno y por un posible proceso de corrosión de elementos de acero. No es posible determinar el sistema de cimentación que transmita las cargas al terreno, sin embargo, se evidencian unas pasarelas en concreto paralelas al elemento, con un constante contacto con la esorrentía de la quebrada.



Figura 9. Grietas en estribo costado norte.



Figura 10. Grietas en estribo costado norte.



Figura 11. Obras complementarias.



Figura 12. Presencia y contaminación con material vegetal

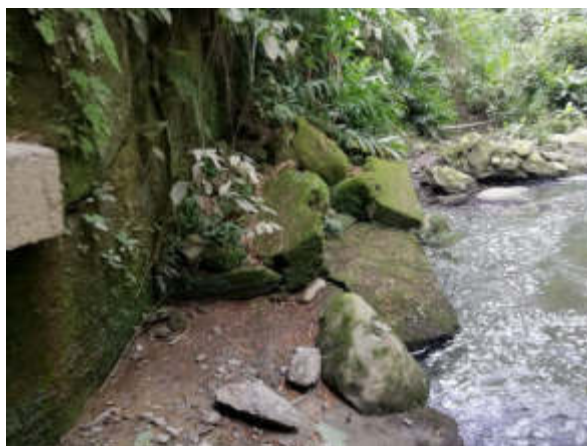


Figura 13. Desprendimiento de piezas de concreto.



Figura 14. desprendimiento de piezas de concreto.

A pesar de que se evidencia aceros expuestos en zonas de la estructura, no es posible determinar si la totalidad de la estructura cuenta con los refuerzos de acero necesarios para un correcto funcionamiento estructural.

- **Localización y levantamiento de daños:** Ver anexo No.01 – Fichas de levantamiento

vii. Descripción de la patología más relevante

El estribo costado sur presenta grietas y fisuras a 45 grados de un ancho entre 2 mm y 9 mm y un espesor igual al ancho del elemento. Además, en este mismo elemento se presentan desprendimientos de piezas de concreto de distintas dimensiones debido a varias posibles causas,

como sobre esfuerzos mecánicos por el terreno, asentamientos diferenciales en el suelo de fundación, posibles procesos de corrosión.

viii. Clasificación y origen de las patologías

De acuerdo a la inspección visual de la estructura, en la tabla 2 se presenta la clasificación de los procesos patológicos encontrados.

Tabla 2. Clasificación de lesiones.

			Tipo		Gravedad			Origen			Causas			
	Orden	Lesiones	Primaria	Secundaria	leve	moderada	severo	grave	física	mecánica	química	biológica	Directas	Indirectas
Proceso patológico	1	Asentamientos diferenciales	X				X		X				X	
	2	Fisuras y grietas		x				X		X			X	
	3	Aceros expuestos		x		X				X				X
	4	Corrosión de aceros		x		X						X		X
	5	Desprendimiento de piezas		X			X			X			X	
	6	Presencia de material orgánico		X			X					X	X	

ix. Datos generales del entorno

La cabecera municipal se encuentra a una altitud de 1565 metros sobre el nivel del mar. Esta altitud presenta gran variabilidad, ya que se encuentran zonas que oscilan entre los 850 mts y los 5123 mts sobre el nivel del mar. Está ubicado sobre una geografía escarpada, con unas pendientes en terrenos que oscilan entre el 5% y 80% en la mayor parte del territorio, debido a su localización en la falda oriental del nevado del Ruíz, cordillera central de los andes.

Tiene una temperatura media de 20°C. y en promedio oscila entre los 15°C y los 25°C. Tiene un promedio de precipitaciones de lluvia de 136 mm al año, y oscilan entre los 73 mm y los 198 mm en las temporadas más secas y más húmedas respectivamente. ⁴

El puente se encuentra sobre la cuenca de la quebrada el san juan, como se ve en la figura 15, en medio de vegetación de gran altura, especialmente guaduales que bordean a lado y lado la estructura de apoyo del elemento. No se evidencian edificaciones u obras en las cercanías.



Figura 15. Panorámica de la implantación del puente

El puente se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia, de acuerdo con lo estipulado en la NSR 10, capítulo A.2.3⁵

En la figura 16, se muestra el plano con las diferentes altitudes topográficas del municipio.

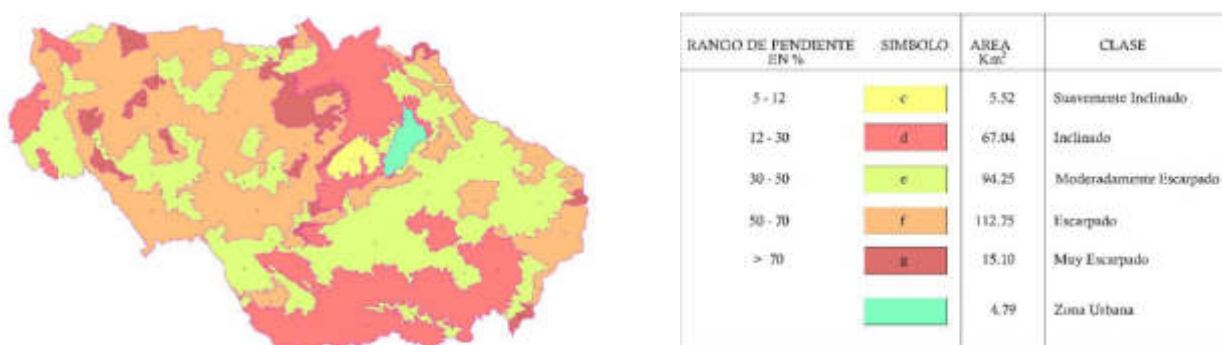


Figura 16. Plano altitudes topográficas. tomado de oficina de planeación municipal.

⁴ Weatherspark (2016, diciembre 31). Clima promedio en Líbano, Colombia.

<https://es.weatherspark.com/y/22436/Clima-promedio-en-L%C3%ADbano-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

⁵ NSR2010 (2010). Norma sismo resistente colombiana.

d. Diagnóstico

Una incorrecto diseño de la estructura y específicamente de la cimentación, debido a un inexistente o mala interpretación de estudio de suelos, genero cargas superiores a las admitidas para el suelo de fundación, generando esto asentamientos diferenciales en el costado sur oriental, produciendo un sobre esfuerzo mecánico a la tracción del concreto del estribo costado sur, y por ende permitiendo la aparición de gran cantidad de grietas a 45° con una profundidad de entre 40 y 60 cm (el ancho del elemento estribo) y un ancho variable entre 0.02 mm y 0.09 mm sobre toda la superficie vertical del estribo. Al generarse estas fisuras, el acero de refuerzo quedo expuesto al medio ambiente, facilitando un proceso de corrosión, inicialmente en los elementos expuestos, y posterior, en los aceros dentro del concreto. Luego, se generaron desprendimientos de fragmentos de hormigón, a causa de las tensiones generadas por la corrosión del acero.

Adicional a esto, un inexistente programa de mantenimientos periódicos, ha permitido que organismos biológicos, (animales y vegetación), colonicen la estructura permitiendo invasión de raíces de árboles dentro de la estructura, propagación de musgos en las superficies del concreto, existencia de paneles de abejas y avispas, y por otra parte, ensuciamiento y manchas excesivas por la exposición con el medio ambiente rural donde se encuentra ubicado el paciente.

iii. Geología

Según el mapa Geológico del Departamento del Tolima, elaborado por SGC, se reporta la zona en estudio dentro de los denominados depósitos Piroclásticos referenciados con el símbolo NgQp. Se agrupan bajo esta denominación depósitos provenientes de la actividad de los volcanes del Complejo o Macizo Ruiz – Tolima. Expuestos en el límite con el Departamento de Caldas, al norte. Este vulcanismo, en concepto de numerosos investigadores es calco-alcalino, de composición andesítica, asociado a un margen continental activo. El origen de este vulcanismo es la respuesta a la interacción entre las placas litosféricas continental de Suramérica, al oriente, y oceánica de Nazca, al occidente, característico de un margen continental activo, de tipo convergente y destructivo, en donde la placa oceánica subduce bajo la continental. De acuerdo con Thouret (1989) casi todos los volcanes del complejo son estrato- volcanes compuestos, es decir, encajonados dentro de calderas antiguas, con domos y domos coladas, a la vez efusivos y explosivos. Thouret (op. cit.), indica que en la zona se han reconocido cinco etapas principales de morfogénesis volcánica, que han edificado y destruido tres cadenas volcánicas sucesivas desde el Plioceno. El vulcanismo debió haberse iniciado a finales del Mioceno, ya que en la parte superior del Grupo Honda se encuentra aporte volcánico que se va intensificando en las formaciones Mesa y Casabianca. Estas edades están soportadas con datos Geocronológicos. Específicamente los Depósitos Piroclásticos (NgQp). Son extensas zonas alrededor del Parque Nacional Natural Los Nevados, en el Departamento del Tolima, están cubiertas por depósitos piroclásticos, de flujo y caída. Estos Depósitos están constituidos por flujos piroclásticos de diverso origen y capas de ceniza y lapilli frecuentemente pumítico, con bombas; estas acumulaciones volcánicas están intercaladas con lahares y depósitos lagunares, glaciales y fluviales. Excelentes ejemplos se pueden observar en la cuenca de los ríos Bermellón - Coello

cerca de Cajamarca; en la cuenca del río Combeima al occidente de Juntas, en el valle del río Aguacatal entre Delgaditas y Herveo y, en general, en toda la parte occidental del Departamento del Tolima, dentro de la zona de influencia del Macizo Volcánico Ruiz-Tolima. La composición de estos materiales es andesítica - dacítica.

Los depósitos piroclásticos cubren todas las unidades geológicas de la Cordillera Central y el Valle del Magdalena, suavizando por lo regular la topografía. La intensidad de la actividad explosiva, según Thouret (1989), se observa en la morfología alrededor de los volcanes; las emisiones de ceniza y lapilli recubrieron y suavizaron la topografía en un radio de por lo menos 50 km alrededor de los centros volcánicos, alcanzando 5 - 6 m de espesor, en el Nevado del Tolima (CEPEDA y MURCIA, 1988) y 10 a 12 m alrededor de Cerro Bravo (MONSALVE, 1991). Los materiales piroclásticos provienen de los volcanes más explosivos de la cadena como son Cerro Bravo, Nevado del Ruiz, Nevado del Tolima y Cerro Machín. La destrucción de las calderas antiguas ocasionó la formación de extensas coladas ignimbríticas y flujos piroclásticos de las cuales las de mayor extensión se asocian al Nevado del Tolima, al Cerro Machín y Cerro Bravo. La edad de estas acumulaciones piroclásticas se ha considerado del Pleistoceno – Holoceno (HERD, 1982; THOURET, 1989), hasta Reciente, como lo atestigua el actual período eruptivo del Nevado del Ruiz.

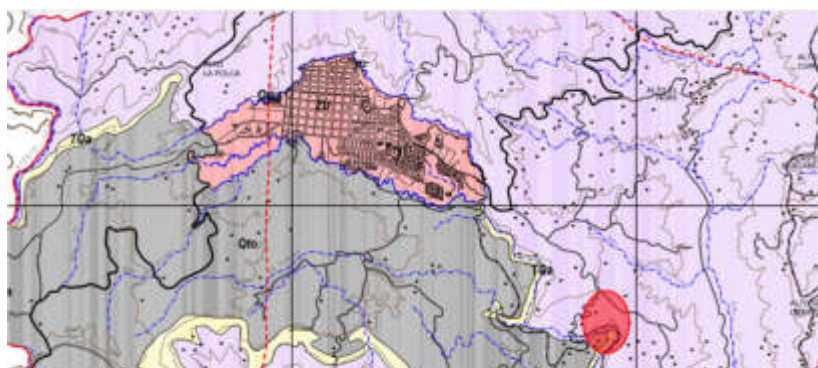


Figura 18. Zona de amenaza sísmica. tomado de servicio geológico colombiano.

UNIDADES GEOLOGICAS			
Descripcion	Simbolo	Descripcion	Simbolo
Anfibolita con efectos de metamorfismo retrogrado Edad 1.360 %p 270 m.a K/Ar [Homblenda]	PEa 	Batoito del Bosque: Granodiorita-biotica de grano medio. Edad 49,1 %p 7 m.a K/Ar [Biolita]	Tgdb 
Neises y Esquistos Cuarzofeldspáticos-bioticos	PEn 	Lavas Andesíticas, medianamente vesiculares, con buen desarrollo de fracturas de enfriamiento. Zonas aplanadas con escarpas muy fuertes a subverticales.	TQa 
Esquistos verdes, esquistos y filitas grafitosos principalmente con cantidades menores de esquistos micaceos y cuarzos.	Pes 	Depositos proclasticos, depositos de flujo piroclastico y flujos de lodo intercalados recubiertos por capas de cenizas de espesor variable.	Qto 
Rocas metasedimentarias de Santa Teresa conformadas por arcillolitas, areniscas y conglomerados (con clastos de rocas metamorficas)	Pst 	Depositos aluviales y aluvio-torrenciales de poca extension y limitados a algunos valles; conformados principalmente de arenas y gravas.	Qal 
Batoito de Ibagu: Cuarzodiorita hornblenda-biotica de grano medio a grueso, con variaciones a granodiorita y diorita cuarzosa. Edad 142 %p 9 m.a K/Ar [Homblenda]	Jgdi 	Depositos coluviales, bloques angulares calidos	Qc 
Stock de Santa Isabel: Cuarzodiorita biotica de grano grueso con variaciones a diorita y gabbro hornblendico	Teds 	Zona Urbana	Zu 

Figura 19. Convenciones. tomado de servicio geológico colombiano.

iv. Geomorfología

La parte donde aflora el Complejo Cajamarca, es una zona más escarpada limitada por valles que están controlados posiblemente por sistemas de fracturas y subplegamientos dentro de los esquistos, donde las pendientes se encuentran mayoritariamente entre los 25% a 75% con un relieve quebrado y dominado por un ambiente denudacional con algunas componentes estructurales. Hacia la parte media de la cuenca, en la parte correspondiente al poblado del Líbano se encuentra una topografía relativamente suave con pendientes en su mayoría desde 0% hasta 25% sobre un ambiente volcánico y fluvial; pero limitada por zonas de pendiente muy abruptas, las cuales pueden llegar a ser mayores de 75% y donde dominan ambientes denudacionales y estructurales. En la parte baja de la cuenca (extremo oriental), se destaca una morfología plana (pendientes entre 0% a 7% principalmente) con geoformas denudacionales (Dga) y fluviales (Fta) principalmente, pero con presencia de algunos escarpes en la zona donde

el Río Recio y algunos afluentes se entallan. Dentro de este sector aflora una amplia componente estructural (Sshle, Ssslc, Sssle) debido a los estratos subhorizontales que aparecen del Grupo Honda, manteniendo una pendiente entre los 7 y 13% mayoritariamente.

También se encuentran relacionadas todas las geoformas del ambiente fluvial, hacia el límite oriental y donde confluyen las quebradas en mención al Río Magdalena. Estas geoformas generalmente mantienen un rango de pendiente entre 0% y el 25% en su mayoría.

v. Determinación de la zona sísmica, el valor Aa Y Ad

La ubicación del puente pertenece a una zona de amenaza sísmica intermedia con un Aa de 0.2 y un coeficiente Av de 0.2 (Tabla A.2.4-3 de la Norma NSR10), un perfil de suelo D, factores Fa= 1.4 y Fv= 20.

Se ubica en zona de amenaza volcánica baja y en zona de amenaza por movimientos en masa Alta.

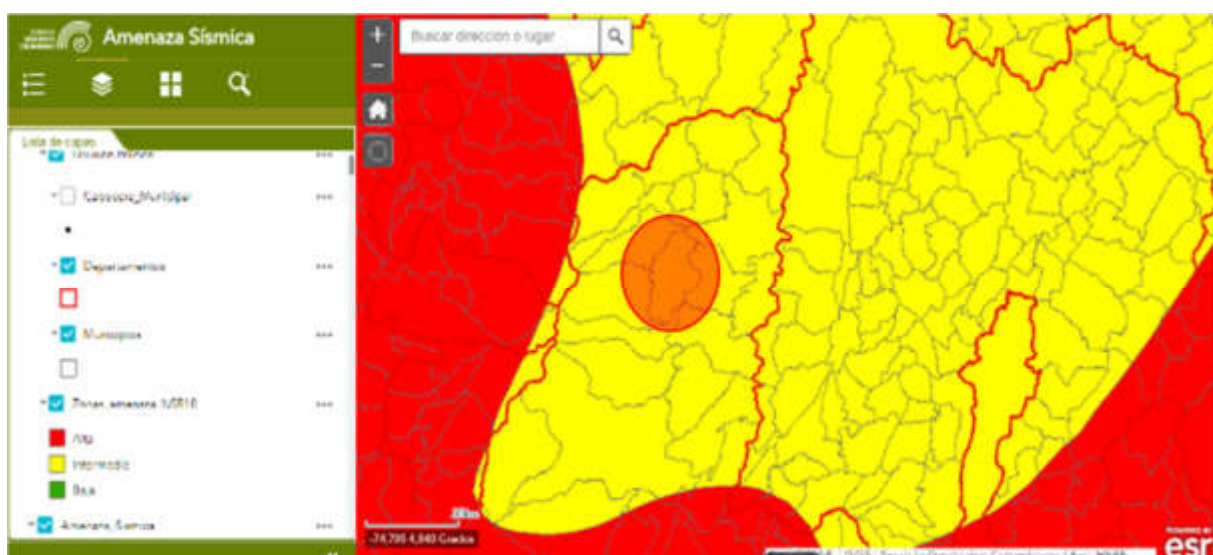


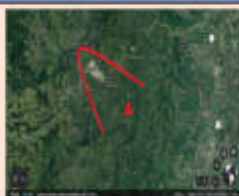
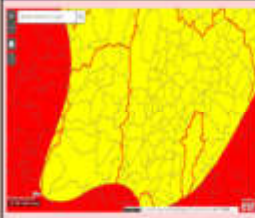
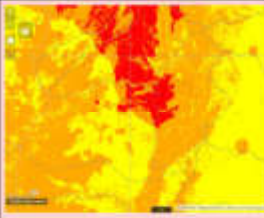
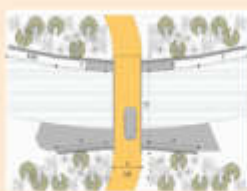
Figura 20. Zona de amenaza volcánica. Tomado del servicio geológico colombiano.



Figura 23. Panorámica del municipio.

Basados en las imágenes anteriores nos inferimos que por efectos vulcanológicos, geológicos, sísmicos y de remoción en masa, también en información recepcionada de parte del ingeniero Álvaro Arango, quien se ha desempeñado en diversas actividades relacionadas en el municipio quien argumenta que en el periodo Cretácico el área donde se halla el casco urbano del municipio, dicha planicie fue una laguna la cual por efectos sismológicos probablemente de erupción, derretimiento y movimientos en masa desbordaron en la parte occidental en el mismo sentido de la imagen anterior en la que se ve el abanico donde los depósitos aluviales escurrieron en el mismo sentido que hoy escurren las aguas que fluyen hacia el puente del Sosiego, tal afirmación la corrobora la espesa capa de material vegetal que en la Trinidad se ubican de hasta 3 metros de altura.

b. Matriz de vulnerabilidad

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	GEOGRAFÍA	LOCALIZACIÓN	GEOLOGÍA	OBSERVACIONES
LOCALIZACIÓN				El puente el sosiego se ubica sobre una vía de carácter terciaria que garantiza el acceso, la comunicación y el tránsito a un 60% de las veredas del costado sur oriental del municipio del Libano, Tolima, por lo tanto, se convierte en un elemento de gran importancia en la infraestructura vial del municipio
	Municipio norteño del Libano Tolima, coordenadas 4° 53' 41" latitud sur 75° 01' 59"	El puente se encuentra sobre la cuenca de la quebrada el san Juan, en medio de vegetación de gran altura, especialmente guaduales que bordean a lado y lado la estructura de apoyo del elemento. No se evidencian edificaciones u obras en las cercanías.	Según el mapa Geológico del Departamento del Tolima, elaborado por SGC, se reporta la zona en estudio dentro de los denominados depósitos Piroclásticos referenciados con el símbolo NgQp	
ZONA DE AMENAZA SISMICA	PERFIL DEL SUELO 	ZONA DE AMENAZA VOLCANICA 	AMENAZA DE MOVIMIENTO EN MASA 	Zona de Amenaza Sísmica Intermedia Perfil de suelo D, factores F_{av} 1.4 y F_{vs} 20. - Se ubica en zona de amenaza volcánica baja y en zona de amenaza por movimientos en masa Alta.
AÑO DE CONSTRUCCION	No se cuenta con información documentada de la fecha de construcción, pero luego de investigación de campo, se estima que la construcción del elemento data del año 1976.			Año 1976
LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO	LEVANTAMIENTO EN PLANTA 	LEVANTAMIENTO ALZADO ESTRIBO NORTE 	LEVANTAMIENTO ALZADO ESTRIBO SUR 	Debido a que no se cuenta con con planimetría existente, se realizó un levantamiento arquitectónico del puente en campo.
PERTINENCIA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EXISTENTE	Luego de realizar una inspección visual a la estructura, se evidencia un puente, el cual está conformado por losa superior de 0.80 cm de espesor, apoyada sobre 3 vigas descolgadas de 0.40 cm x 0.40 cm, simplemente apoyadas sobre un estribo al costado norte, y un estribo al costado sur, de los cuales no es posible determinar el sistema de cimentación existente			No reglamentada bajo la norma CUP14 de inias
CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION	Incorrecta diseño de la estructura y específicamente de la cimentación, debido a un inexistente o mala interpretación de estudio de suelos, genero cargas superiores a las admitidas para el suelo de fundación, generando estos asentamientos diferenciales en el costado sur oriental, produciendo un sobre esfuerzo mecánico a la tracción del concreto del estribo costado sur, y por ende permitiendo la aparición de gran cantidad de grietas a 45° con una profundidad de entre 40 y 60 cm			Regular

ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	VIGAS DESCOLGADAS	ESTRIBO COSTADO NORTE	ESTRIBO COSTADO SUR	En posible riesgo de Colapso
	 • Estos elementos tienen una buena apariencia y no se evidencian fisuras ni grietas a causa de sobre esfuerzos mecánicos. No se encuentran suciedad o manchas excesivas por contaminación ambiental. Se evidencia la existencia de organismos animales, al parecer panales de abejas que están colonizando la estructura de manera superficial.	 Este elemento presenta contaminación con material orgánico, vegetal y manchas de suciedad por contaminación ambiental en un 70% de su superficie. No se evidencian grietas y fisuras de grandes dimensiones.	 Se evidencia presencia de gran cantidad de grietas y fisuras a 45° de considerable tamaño, que van desde los 0.02 mm hasta los 0.09 mm de espesor y con una profundidad de 0.40 cm, atravesando el elemento en su totalidad en puntos específicos, las cuales se podrían considerar como lesiones que pueden afectar la estabilidad y vida útil del paciente.	
PATOLOGÍAS	FISURAS	EXPOSICION DE ACEROS	DESPRENDIMIENTO DEL CONCRETO	Al generarse estas fisuras, el acero de refuerzo quedo expuesto al medio ambiente, facilitando un proceso de corrosión, inicialmente en los elementos expuestos, y posterior, en los aceros dentro del concreto. Luego, se generaron desprendimientos de fragmentos de hormigón, a causa de las tensiones generadas por la corrosión del acero.
				
VIABILIDAD Y COSTO DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL	Es necesario realizar ensayos de laboratorio para evaluar los aceros de refuerzo, la resistencia del concreto y las fisuras activas que actualmente se presen, para de esta forma, tener un respaldo técnico, y poder presentar un proceso de intervención que garantice un correcto tratamiento paliativo y, por ende, el aumento de la vida útil del paciente.			El costo estimado para la ejecución de los trabajos previstos de reforzamiento estructural, dependera al resultado de los ensayos que se realicen en la estructura.
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD REALIZADOS ANTERIORMENTE				No se cuenta con registros de estudios de vulnerabilidad

8. Propuesta de intervención

a. Propuesta

Las propuestas terapéuticas para el puente el sosiego, se fundamentaron buscando un equilibrio entre la relación costo/beneficio que permita aumentar el ciclo de vida de la estructura.

El objeto del análisis para la intervención del puente constituirá 3 medidas terapéuticas a fin de garantizar la funcionalidad del paciente y que el ente ordenador del gasto destine rubros que permitan la ejecución de las obras.

Tratar de recuperar el estribo agrietado no es procedente ya que la calidad del elemento ha sufrido gran deterioro a causa de la exposición a los diferentes agentes atmosféricos. Además, la falta de capacidad técnica del diseño en su cimentación, ya que este se construyó para que actuara por gravedad, y no tiene la capacidad de resistir los esfuerzos geo mecánicos, contrarrestar los esfuerzo debido a la inestabilidad en la ladera y las deficiencias en el diseño geométrico de la vía, implicaría que una restauración podría incurrir en gastos excesivos debido a las obras que se deberían ejecutar al elemento.

- **Recuperación**

De conformidad a la historia clínica del paciente, la losa de superestructura en las vigas que le soportan presenta hormigoneros que trataremos con el animo de recuperar la capacidad resistente del elemento mediante limpieza del concreto y del acero de refuerzo, aplicación de protección al acero y llenado de elemento para restablecer la sección mediante mortero estructural de alta resistencia y adherencia.

- **Restauración**

Al igual que al tablero la falta de mantenimiento ha cobrado en toda la estructura la pérdida de las condiciones estéticas y de durabilidad necesarias, de modo que se emplearán medidas de restauración en los elementos mediante la limpieza, desenraice en drenes del estribo norte a fin de aliviar la presión de poros. Se deberá proceder a la aplicación de hidrófugos y pinturas a base de silicio u otros como poliurea que garanticen en el tiempo, resistencia mecánica, resistencia química ante la acción de mecanismos de degradación debido a agentes atmosféricos y del entorno.

- **Reforzamiento**

El reforzamiento del estribo sur afectado deberá comprender desde la cimentación, por cuanto la afectación se ha derivado de asentamientos del subsuelo, además por pérdida de capacidad portante por lavado generando erosión y socavación del mismo induciendo una falla principal a cortante aproximadamente a 45° del estribo iniciando en el cimiento en sentido oriente - occidente.

Reforzar el estribo podría alcanzar actividades de encamisado para el reforzamiento de estribos, pero por hallarse fallado a cortante por acción de asentamientos en su fundación, es conveniente ejecutar una cimentación profunda mediante caissons en concreto reforzado de 35 MPa. con un diámetro interno de 1.00 mts y externo de 1.40 mts. enlazados mediante una zarpa de 0.5 m x 1.0 m en concreto reforzado de 28 MPa. desde donde se alzará el muro del estribo de espesor 0.50 mts con contrafuertes de 0.50 mts x 0.30 mts. que soportaran el cabezal en concreto reforzado de 28 Mpa mediante apoyos elastomericos.

Imprescindible destacar ante la decisión de la definitiva medida terapéutica que con el propósito de disminuir los esfuerzos geo mecánicos se debe ejecutar un muro en tierra armada que tenga la capacidad de soportar el apoyo adecuado y garantice la adecuada junta entre la ladera y la entrada a la super estructura mediante una junta metálica entre cabezal, la losa existente y la losa de aproximación; todo lo anterior con el ánimo de no demoler la superestructura.

De cualquier otro modo se incurrirían en gastos excesivos, incluso solo con la demolición de la losa y del estribo del costado norte; ya que el apuntalamiento bajo el cauce podría ser un gran riesgo y de alto costo tanto o mas que el reforzamiento de un solo estribo como se plantea en este caso, debido a que esta, aunque medianamente soporta la ladera efectuar las intervenciones del costado de llegada del estribo afectado podrían dejar corta la losa de la super estructura.

Igualmente podría evaluarse la posibilidad de actualizar todo el puente a norma CCP 14 y que sea ejecutado por fases.

Con el animo de brindar beneficio a la comunidad se presenta un estimado para la rehabilitación y obras complementarias en el puente a fin que este siga funcionando normalmente y a menor costo en función de su vida útil.

b. Presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V/UNIT	V/TOTAL
1	RECUPERACIÓN				
1,1	Corte y Demolicion Bajo Placa	m2	2	\$ 35.000,00	\$ 70.000,00
1,2	Limpieza, Desenraice y Lavado a Presión de Estructura en Concreto de Puente	m2	275	\$ 3.500,00	\$ 962.500,00
1,3	Limpieza, Lijado y Escofinado de Refuerzo Metálica	m2	2	\$ 25.000,00	\$ 50.000,00
1,4	Suministro, Transporte, Aplicación Anticorrosivo a 3 manos		2	\$ 9.500,00	\$ 19.000,00
1,5	Suministro, Transporte y Aplicación Ska Top 122 o Similar	m2	2	\$ 158.000,00	\$ 316.000,00
	SUBTOTAL				\$ 1.417.500,00
2	RESTAURACIÓN				
2,1	Suministro, Transporte, Aplicación Poliurea a 3 manos	m2	275	\$ 23.333,33	\$ 6.416.667,00
	SUBTOTAL				\$ 6.416.667,00
3	REFORZAMIENTO				
3,1	Suministro, Transporte, Construcción de Caissons diametro 1.0 /1.4 m. en Concreto Reforzado de 35 Mpa.	m	48	\$ 1.974.496,00	\$ 94.775.808,00
3,2	Suministro, Transporte, Construcción de Zarpa 0.5 m. x 1.0 m. en Concreto Reforzado de 28 Mpa.	m3	10	\$ 960.000,00	\$ 9.600.000,00
3,3	Suministro, Transporte, Construcción de Muro e=0.5 m. en Concreto Reforzado de 28 Mpa.	m3	137,5	\$ 900.000,00	\$ 123.750.000,00
3,4	Suministro, Transporte, Construcción de Cabezal en Concreto Reforzado de 28 Mpa.	m3	6	\$ 960.000,00	\$ 5.760.000,00
3,5	Suministro, Transporte, Construcción de Losa de Aproximación e=0.2 m. en Pavimento Rigido MR 35	m2	24	\$ 192.000,00	\$ 4.608.000,00
3,6	Suministro, Transporte, Construcción de Muro en Tierra	m3	25	\$ 200.000,00	\$ 5.000.000,00
3,7	Suministro, Transporte e Instalacion de Junta de Dilatación Elastomerica Anclada para Puente	m	5	\$ 200.000,00	\$ 1.000.000,00
3,8	Suministro, Transporte e Instalacion de Apoyos Elastomericos 30 x 40 Gr 60	Ud	3	\$ 95.000,00	\$ 285.000,00
3,9	Suministro, Transporte, Corte, Figurado y Amarre de Acero de Refuerzo Fy: 420 Mpa.	Kg	25788	\$ 9.000,00	\$ 232.092.000,00
	SUBTOTAL				\$ 476.870.808,00

TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 484.704.975,00
----------------------------	--------------------------

VALOR TOTAL COSTO DIRECTO: CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MILLONES SETECIENTOS CUATRO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS MDA/CTE

En términos costo/beneficio y debido a la demanda en el servicio del puente se logró alzar un estimado para la rehabilitación del estibo sur, la recuperación de las vigas descolgadas, el tablero y la restauración de todos los elementos a fin de garantizar las

condiciones estéticas, de funcionalidad y durabilidad mediante hidrófugos y pinturas que garanticen la resistencia química ante los mecanismos de degradación por agentes atmosféricos.

La rehabilitación del estribo sur alcanza el reforzamiento desde cimentación a fin de evitar nuevamente asentamientos diferenciales mediante caissons, zarpa y el recrecimiento del estribo a fin de apoyar el cabezal que contará con apoyos elastómericos para la transferencia de cargas entre la losa y el cabezal.

Esta propuesta de intervención extiende la vida útil devolviendo la correcta funcionalidad mediante un estimado de CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MILLONES SETECIENTOS CUATRO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS MCTE, y cuyo objeto comprenderá “REHABILITACIÓN Y OBRAS COMPLEMENTARIAS PUENTE VEHICULAR DE ESTRIBO LOSA SOBRE LA QUEBRADA SAN JUAN EN LA VIA A SANTA TERESA VEREDA LA HONDA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DEL LIBANO TOLIMA”.

c. Programación

	MES 1				MES 2			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8
RECUPERACIÓN								
Corte y Demolicion Bajo Placa								
Limpieza, Desenraice y Lavado a Presión de Estructura en Concreto de Puente								
Limpieza, Lijado y Escofinado de Refuerzo Metálica								
Suministro, Transporte, Aplicación Anticorrosivo a 3 manos								
Suministro, Transporte y Aplicación Sika Top 122 o Similar								
RESTAURACIÓN								
Suministro, Transporte, Aplicación Poliurea a 3 manos								
REFORMACIÓN								
Suministro, Transporte, Construcción de Zarpa 0.5 m. x 1.0 m. en Concreto Reforzado de 28 Mpa.								
Suministro, Transporte, Construcción de Caissons diametro 1.0/1.4 m. en Concreto Reforzado de 35 Mpa.								
Suministro, Transporte, Construcción de Muro e=0.5 m. en Concreto Reforzado de 28 Mpa.								
Suministro, Transporte, Construcción de Cabezal en Concreto Reforzado de 28 Mpa.								
Suministro, Transporte e Instalacion de Apoyos Elastomericos 30 x 40 Gr 60								
Suministro, Transporte, Construcción de Losa de Aproximación e=0.2 m. en Pavimento Rígido MR 35								
Suministro, Transporte, Construcción de Muro en Tierra Armada								
Suministro, Transporte e Instalacion de Junta de Dilatación Elastomerica Anclada para Puente								

La duración estimada para la ejecución de las obras de rehabilitación y mantenimiento del puente el sosiego, es de dos (2) meses a partir de la firma del acta de inicio de obras. Es necesario implementar un correcto plan de manejo de tránsito, que minimice los riesgos de accidente, que permita un correcto flujo vehicular y que a su vez permita ejecutar las actividades de obra con el menor impacto sobre la comunidad.

9. Conclusiones

- a. El puente a la fecha no cumple con las solicitudes técnicas que garanticen el cumplimiento de la normatividad vigente CCP 14.
- b. Se realizó el estudio patológico a la estructura del puente sosiego, mediante ensayos de laboratorio de apoyo como estudio de suelos, toma núcleos del concreto, control de grietas y fisuras.
- c. Se concluye que el puente presenta una serie de lesiones, como lo son grietas de grande dimensiones, ensuciamiento y contaminación con material vegetal y ambiental, inexistencia de un sistema de cimentación, como resultado de malos procesos de mantenimiento y construcción; la lesión de mayor gravedad y que representa mayor riesgo, son las grietas que se evidencian en el estribo del costado sur, causadas por un asentamiento del apoyo y por empujes laterales del terreno, lo que ha afectado todo el sistema estructural del puente, determinando un alto grado de afectación y un inminente riesgo de colapso.
- d. Luego del estudio patológico realizado al puente, se presenta una propuesta de intervención para garantizar un correcto tratamiento paliativo y, por ende, el aumento de la vida útil del paciente.

10. Recomendaciones

- a. Se recomienda ejecutar las obras de rehabilitación y mantenimiento en el menor tiempo posible, para evitar la aparición de nuevas lesiones y un avance en la gravedad de las lesiones existentes.
- b. Se recomienda ejecutar las obras de adecuación para la actualización y cumplimiento del puente al código colombiano de puentes (CCP 14)
- c. Se recomienda aplicar un correcto plan de mantenimiento periódico que permita extender la vida útil del paciente.
- d. Se recomienda realizar estudio para la construcción de obras complementarias en el contexto del paciente, como obras de manejo de aguas, mejoramiento del acabado de la rasante de la vía, muros de contención, manejo de vegetación circundante, que permitan aumentar la vida útil del paciente.

11. Referencias bibliográficas

Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón: origen y prevención. Ciencia y sociedad, 29(1). 72-114.

Tratado broto de la construcción, patologías de los materiales, 2006

NTC 5551. Concretos durabilidad de estructuras de concreto, 2007.

NSR 2010. Norma sismo resistente 2010.

CCP 14. Código colombiano de puentes.

Manual para la inspección visual de obras de estabilización. Convenio interadministrativo 0587 –

03. Invias, universidad nacional. 2006ACI 224.1 r-93 Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructura de hormigo. Comité ACI 224

12. Anexos

a. Ficha información general

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO
DECANATURA DE DIVISION ABIERTA Y A DISTANCIA
ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
2021-1

INFORMACION GENERAL			
Paciente	Puente vehicular El socio		
Localizacion	Via a santa teresa K7+73, puente el socio en la vereda la honda, libano, Tolima, Colombia		
Elaboro	Arq. Felipe Aldana, Arq. Johan Ariza, Ing. Jaime Quiroga		
Fecha	16 de marzo de 2021		
			
INFORMACIÓN DEL PACIENTE		DATOS DEL INMUEBLE	
Uso original	Puente vehicular	Tipo de cimentacion	Cimiento corrido
Uso actual	Puente vehicular	Altura	N+5.30m
Fecha construccion	1946	Area	48 m2
Diseñador	Ing. Martin Alonso Pinzon	Numero de pisos	
Constructor	Jorge Torres	Longitud	12 m
Interventor		Fidelidad de planos	
Entidad Contratante	Comité de cafeteros	Constancia de estado	
Norma actual		Cuenta con diseño	si
tecnica constructiva	VOLADIZOS A PARTIR DE ESTRIBOS	Estudio de suelos	
DESCRIPCION		SISTEMA CONSTRUCTIVO	
Puente vehicular tipo losa a partir de estribos en concreto simple y ciclopeo en la Vereda LaTrinidad, sobre la Qubrada San Juan del Municipio del Líbano Tolima, se observa una construcción de mucha data con un reforzamiento mediante estructuras aporticadas en concreto reforzado mediante acero liso.		Descripción: 1. Puente Tipo Losa Elementos: 1.1. Losa o Superestructura, 1.2. Estribo Norte, 1.3. Estribo Sur, 1.4. Cimentación Estribo Norte, 1.5. Cimentación Estribo Sur; 2. Reforzamiento, 2.1. Viga Cimiento o Solera, 2.2. Columnas A, 2.3. Viga Aerea, 2.4. Columna B.	
RESENA HISTORICA		APLICACIÓN PATOLOGICA	
		PEDIATRICA	
		GERIATRICA	X
		FORENSE	
		PREVENTIVA	
		ESTADO GENERAL DE CONSERVACIÓN	
		INTERVENCIONES PREVIAS	
		LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	
		INFORMACIÓN EXISTENTE	
HABITABILIDAD/UTILIZACIÓN		EN USO	

REGISTRO FOTOGRAFICO



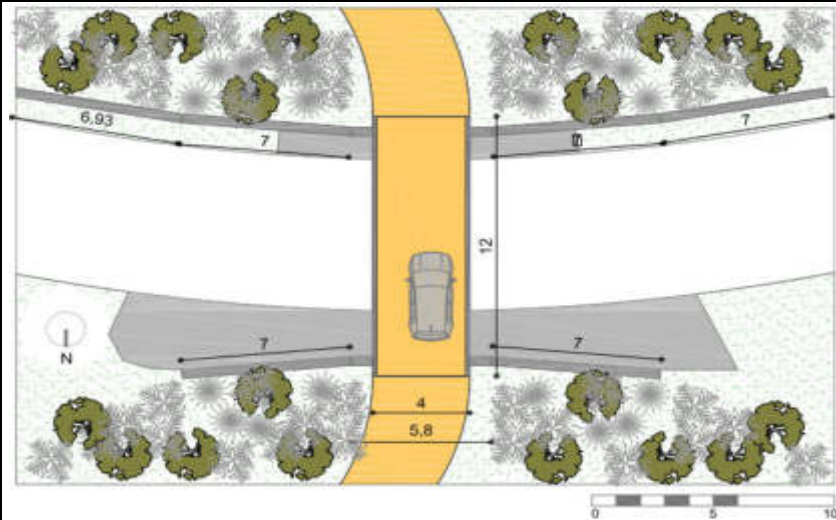
INFORMACION DE CONTEXTO

Temperatura	20°	Escorrentias	flujo quebrada San Juan
Humedad relativa	86%	Sis. Cobertura vegetal	
Asnm	1565 m s. n. m.	Naf	si
Precipitaciones	24%	Amenaza movimkien	intermedia
Velocidad del viento	156 Kmph	Amenaza sismica	intermedia
Influencia del viento		Agenes contaminant	

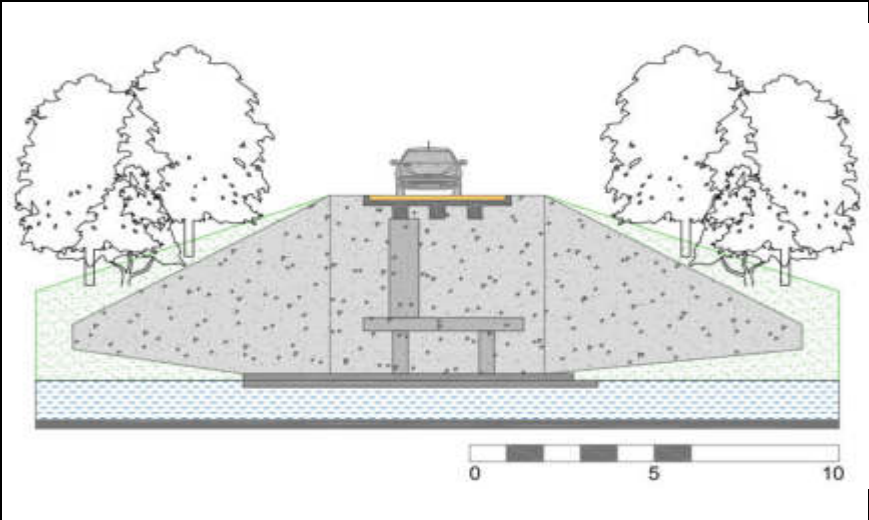
b. Ficha levantamiento planimétrico

FICHA LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO

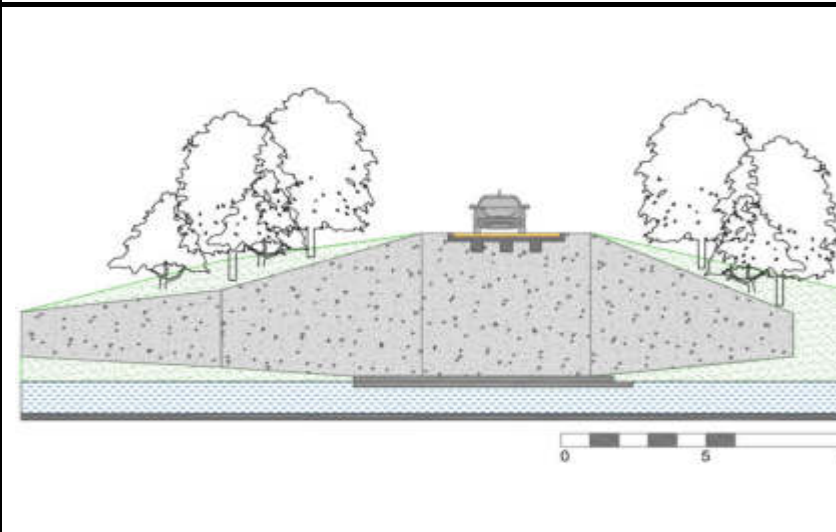
Paciente	Puente vehicular El socio
Localizacion	Vereda la Honda, Libano, Tolima
Elaboro	Arq. Felipe Aldana, Arq. Johan Ariza, Ing. Jaime Quiroga
Fecha	16 de marzo de 2021



Planta



Alzado sur



Alzado norte

c. Fichas levantamiento lesiones

PACIENTE	PUENTE EL SOSIEGO	LOCALIZACION	Vereda la Honda, Libano, Tolima	ELABORO	Arq. Felipe Aldana, Arq. Johan Ariza, Ing. Jaime Quiroga	FECHA	16 de marzo de 2021
----------	-------------------	--------------	---------------------------------	---------	--	-------	---------------------

FICHA REGISTRO PARA LESIONES PROCESOS PATOLOGICO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ELEMENTO			ESTRIBO SUR		Tipo		Gravedad					Origen															Causas		Afectacion				Posible causa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					Primaria	Secundaria	leve	moderada	severo	grave	fisica					mecanica					Quimicas		Biologicas		Proyecto							Directas	Indirectas	0% - 20%	20% - 40%	40% - 60%	80% - 100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
											Humedad	Erosion	cambios termicos	Agentes atmosfericos	Contaminacion	Sismos	Empujes	Rozamientos	Sobrecargas	Pudricion	Perdida de capacidad	Asentamiento	Incompatibilidad de materiales	Perdida de adherencia	Contaminacion ambiental	Humedad	Sales solubles	Agresiones animales	Vegetacion cercana	Mal proyecto	Eleccion de material								Mal procedimiento	Diseño constructivo	Ejecucion	intervencion inapropiada	Calidad de material	Falta de mantenimiento																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													</

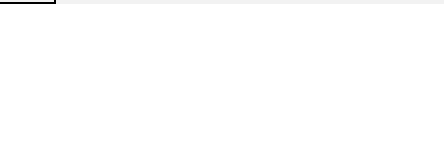
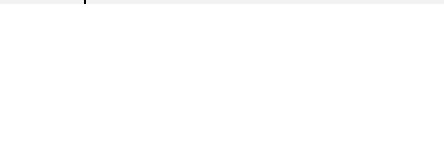
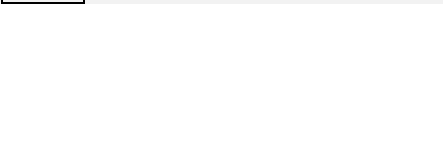
d. Ficha registro fotográfico

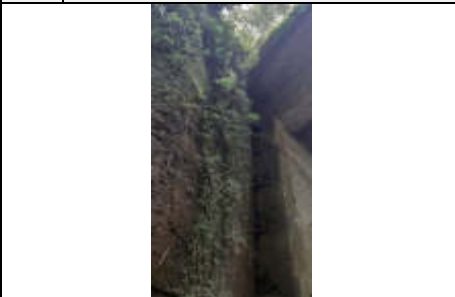
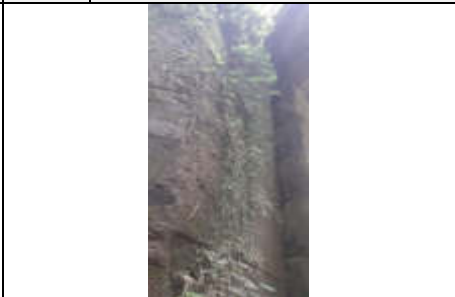
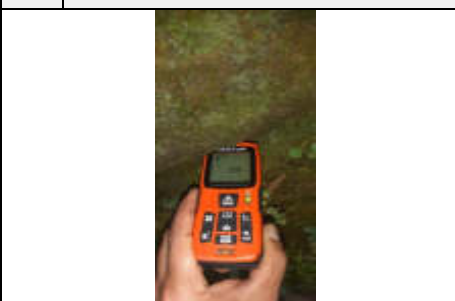
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO
DECANATURA DE DIVISION ABIERTA Y A DISTANCIA
ESPECIALIZACION EN PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
2021-1

FICHA LEVANTAMIENTO FOTOGRAFICO

Paciente	Puente vehicular El socio
Localizacion	Vereda la Honda, Libano, Tolima
Elaboro	Arq. Felipe Aldana, Arq. Johan Ariza, Ing. Jaime Quiroga
Fecha	16 de marzo de 2021



1	ESTRIBO COSTADO SUR	2		3	
					
4	ESTRIBO COSTADO SUR	5	CIMENTACION ESTRIBO COSTADO SUR	6	ESTRIBO COSTADO NORTE
					
7	LOSA O SUPER ESTRUCTURA	8	ESTRIBO COSTADO SUR	9	LOSA O SUPER ESTRUCTURA
					
10	ESTRIBO COSTADO NORTE	11	ESTRIBO COSTADO SUR	12	ESTRIBO COSTADO NORTE
					
13	LOSA O SUPER ESTRUCTURA	14	ESTRIBO COSTADO NORTE	15	ESTRIBO COSTADO SUR
					

					
16	ESTRIBO COSTADO NORTE	17	ESTRIBO COSTADO NORTE	18	ESTRIBO COSTADO SUR
					
19	ESTRIBO COSTADO SUR	20	ESTRIBO COSTADO SUR	21	ESTRIBO COSTADO SUR
					
22	ESTRIBO COSTADO SUR	23	ESTRIBO COSTADO SUR	24	ESTRIBO COSTADO SUR
					
25	ESTRIBO COSTADO SUR	26	ESTRIBO COSTADO SUR	27	LOSA O SUPER ESTRUCTURA

e. Fichas de mantenimientos periódicos

MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO

ACTIVIDADES A REALIZAR EN LA PERIODICIDAD INDICADA :

- Limpieza general de los elementos del puente.
- Limpieza del Sistema de Drenaje.
- Limpieza del Cauce o Lecho del Río.
- Limpieza de Aparatos de Apoyo.
- Limpieza y Degradación de la Pintura en Acero Estructura
- Conformación de Superficies No Pavimentadas.
- Limpieza de Juntas.
- Limpieza en Taludes.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 3 MESES

LIMPIEZA GENERAL DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE
DESCRIPCION Y OBJETIVO
Esta actividad consiste en la limpieza periódica de los puentes. Los elementos del puente incluidos en el proceso de limpieza son los tableros, uniones móviles, drenajes de tuberías y asientos de estribos. El propósito es mantener éstos elementos en optimo estado.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar señales de seguridad. 2. Retirar el material acumulado en el tablero, instalaciones de drenaje, soporte de los estribos y pilares. 3. Pueden utilizarse escobas de cerdas blandas para el barrido de la calzada del puente, aire comprimido y varillas punzantes para eliminar la suciedad acumulada en los sistemas de drenaje, estribos y pilares del puente, raspadores para eli 4. El material excepto la basura, se eliminará en forma manual en los terrenos circundantes, siempre y cuando no afecten propiedades ajenas. En caso contrario la eliminación se efectuará en un botadero apropiado. 5. Retirar las señales o elementos de seguridad.
EQUIPO	
Camión cisterna con manguera a presión.	
HERRAMIENTAS	
- Carretillas. - Palas. - Aire Comprimido. - Escobas de cerdas blandas. - Raspadores. - Agua a Presión.	
MATERIAL	INDICADOR DE COMPROBACIÓN
Ninguno.	Sistemas Estructurales del puente libres de obstrucciones y materiales extraños.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 3 MESES

LIMPIEZA DEL SISTEMA DE DRENAJE DE PISOS.
DESCRIPCION Y OBJETIVO
Esta labor se ejecuta para mantener los Sistemas de Drenaje libres de todo tipo de obstáculos que dificulten o impidan el paso del agua.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar señales de seguridad. 2. Retirar el material acumulado en las zonas de entrada y salida de los elementos de drenaje. 3. Pueden utilizarse varillas de hierro para desalojar las obstrucciones en los tubos de descarga. Retirar manualmente o utilizando varillas punzantes, toda la basura o materiales extraños acumulados sobre los drenajes de rejilla. El materi 4. El material excepto la basura, se eliminará en forma manual a media ladera siempre que no afecte terrenos de cultivo, canales, quebradas, etc. En caso contrario la eliminación se efectuará en un botadero apropiado. 5. Retirar las señales o elementos de seguridad.
EQUIPO	
Camión cisterna con manguera a presión.	
HERRAMIENTAS	
- Carretillas. - Palas. - Varilla punzante. - Varillas de Hierro.	
MATERIAL	INDICADOR DE COMPROBACIÓN
Ninguno.	Sistemas de Drenaje libres de obstrucciones y materiales extraños.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 6 MESES

LIMPIEZA DE LOS CAUCES O LECHOS DE LOS RÍOS.	
DESCRIPCION Y OBJETIVO	
Esta actividad consiste en limpiar con herramientas manuales los obstáculos que impidan el libre paso del agua y que en caso de represamiento puedan afectar la estructura del puente. Se trata de quitar basura, árboles, ramas, piedras o material sedimentad	

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Retirar todo el material extraño que se encuentre en los lechos y cauces del río (piedras que obstruyan, escombros, ramas, basura, etc. 2. El material, excepto la basura, se eliminará en forma manual a media ladera siempre que no afecte terrenos de cultivo, viviendas, canales, etc., En caso contrario la eliminación se efectuará en un botadero apropiado. 3. El tratamiento de la basura se la realizará según la actividad correspondiente.
EQUIPO	
HERRAMIENTAS	
- Carretillas. - Pala. - Varilla punzante. - Picas. - Barras.	
MATERIAL	INDICADOR DE COMPROBACIÓN
- Bolsas de basura. - Guantes. - Botas de goma para agua.	Cauce del río limpio y descontaminado físicamente.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 6 MESES

ACTIVIDAD 4: LIMPIEZA DE APARATOS DE APOYO.	
DESCRIPCION Y OBJETIVO	
Esta labor se ejecuta para mantener los aparatos de apoyo libres de acumulación de materiales extraños y de la acumulación de agua en o cerca de estos elementos.	

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Seleccionar un medio auxiliar seguro que facilite la aproximación a los apoyos del puente, del personal encargado del trabajo. 3. Retirar toda la suciedad y detritus de las juntas entre vigas y estribos, así como alrededor de apoyos de vigas y de pilas. Se incluyen para este propósito diferentes métodos desde la limpieza con cepillos de púas de acero, limpieza por 4. Retirar las señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados. 5. Informar a la unidad de mantenimiento de cualquier daño en los apoyos del puente que requiere de una inspección más a fondo.
EQUIPO	
- Compresor de Aire con manguera larga.	
HERRAMIENTAS	
- Escaleras. - Cuerdas y Cinturones de Seguridad. - Cepillo de Púas de Acero. - Escobas, Palas, Toneles y Bolsas Plásticas, etc.	
MATERIAL	
Ninguno.	Aparatos de Apoyo libres de obstrucciones y materiales extraños.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 6 MESES

LIMPIEZ Y DEGRADACIÓN DE LA PINTURA EN ACEROESTRUCTURAL.

DESCRIPCION Y OBJETIVO

Esta actividad consiste en la sustitución de la capa de pintura degradada. Con el propósito de evitar que se siga degradando la pintura y se corroan los elementos de acero estructural, además preservar y mantener la estructura debidamente protegida.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar las señales y equipo de seguridad. 2. Preparar los elementos del acero estructural a pintarse, limpiando y cepillando la zona oxidada y la pintura existente que se encuentra descascarada. 3. Colocar las capas de pintura de manera que cubran completamente la zona dañada. 4. Revisar la correcta aplicación de la pintura. 5. Retirar todo el equipo.
EQUIPO	
- Compresor de aire con atomizador.	
HERRAMIENTAS	
- Cepillos de hebras metálicas. - Raspadores. - Manguera - Lija. - Brochas y/o rodillos.	
MATERIAL	INDICADOR DE COMPROBACIÓN
- Pintura anticorrosiva. - Agua. - Solventes.	Superficie del acero estructural libre de óxido no adherido y materia orgánica, y con la debida protección de la capa de pintura anticorrosiva.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 4 MESES

CONFORMACIÓN DE SUPERFICIES NO PAVIMENTADAS.	
DESCRIPCION Y OBJETIVO	
Esta labor consiste en mejorar las calzadas de tierra y grava, quitando todo deterioro menor con el mismo material que provee la superficie, redistribuir la arena arrastrada por el tráfico y retirar el material suelto.	

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar las señales preventivas necesarias. 2. Reparación previa de baches, depresiones profundas y estancamientos de agua. 3. Escarificación de la superficie existente. 4. Mezclado, humedecido y extendido de la mezcla. 5. Compactación previa.
EQUIPO	
- 1 Camión.	
HERRAMIENTAS	
- Picos, palas, azadón, rastrillo, etc. - Carretillas. - Pizones manuales. - Regadera. - Plantilla de pendiente transversal con nivel de burbuja.	6. Comprobación del bombeo. 7. Compactación final. 8. Recoger excesos de material. 9. Retiro de los elementos de seguridad.
MATERIAL	
- Agua.	No deberán existir huecos en la calzada. Pendiente transversal reestablecida. No deberán formarse pequeños charcos de agua en tiempos de lluvia.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 6 MESES

LIMPIEZA DE JUNTAS.
DESCRIPCION Y OBJETIVO Esta tarea consiste en limpiar la abertura de la junta así como el área adyacente de la misma. Con el objeto que trabajen adecuadamente y no dañen los bordes de concreto o acero.

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar las señales de seguridad y preventivas necesarias. 2. Limpiar la abertura de la junta, retirando toda arena, grava, polvo o cualquier otro material extraño que impida su correcto funcionamiento. 3. Limpiar el área circundante a la junta. 4. Recoger excesos de material y depositarlo fuera del derecho de vía, para evitar que se deposite sobre cualquier otro elemento del puente. 5. Retiro de los elementos de seguridad.
EQUIPO	
- Compresor de aire. - Unidad de chorro de agua.	
HERRAMIENTAS	
- Escobas o cepillos de cerdas metálicas. - Escobas de cerdas blandas. - Carretillas. - Palas.	
MATERIAL	INDICADOR DE COMPROBACIÓN
- Agua.	Juntas libres de polvo, arena o cualquier materia extraña que impida su funcionamiento.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA USO PREVENTIVO - PUENTE SOSIEGO LIBANO (TOLIMA)
PERIODICIDAD : CADA 8 MESES

LIMPIEZA DE TALUDES	
DESCRIPCION Y OBJETIVO	
Esta tarea consiste en el chapeo de la vegetación que crece en los taludes y limpieza del mismo fuera de la colindancia del puente. Con el objeto de evitar interrumpir la visibilidad de los transeuntes y facilitar el drenaje superficial.	

PERSONAL	PROCEDIMIENTO
Según se necesite.	1. Colocar las señales de seguridad y preventivas necesarias. 2. Cortar la vegetación que se encuentra en los taludes de entrada y salida del puente. 3. Recoger el material (vegetación) que ha sido cortado. 4. Retirar éste material fuera de la colindancia del puente, transportándolo a lugares adecuados. 5. Retiro de los elementos de seguridad.
EQUIPO	
HERRAMIENTAS	
- Machetes. - Carretillas. - Palas. - Azadón.	
MATERIAL	INDICADOR DE COMPROBACIÓN
	Taludes libres de vegetación.

f. Ensayo de suelos



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

**ESTUDIO GEOTÉCNICO
PUENTE EL SOSIEGO
VEREDA LA HONDA
LÍBANO - TOLIMA**



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES ESTUDIO GEOTÉCNICO	6
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	8
3.1 DEFINICIÓN DE PROFUNDIDAD Y CANTIDAD DE SONDEOS EXPLORATORIOS	8
3.2 EXPLORACIÓN DE CAMPO	8
3.3 LOCALIZACION DE LOS SONDEOS	9
4. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO	10
4.1 ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	10
4.2 EFECTOS LOCALES	11
4.3 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	12
5. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS	13
5.1 NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS	13
5.2 PERFIL DEL SUELO	13
5.3 LÍMITES DE CONSISTENCIA	18
5.3.1 ARCILLAS LIMOSAS DE BAJA PLASTICIDAD CL	
5.3.2 ARENAS ARCILLOSAS SC	18



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	19
7. CAPACIDAD PORTANTE O CAPACIDAD DE CARGA DE LOS ELEMENTOS DE FUNDACIÓN EN SUELOS ARCILLOSOS	20
8. RECOMENDACION DE CIMENTACION	22
8.1 RECOMENDACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PUENTE EL SOSIEGO VEREDA LA HONDA LÍBANO - TOLIMA	23
8.2 RECOMENDACIÓN ADICIONAL	24
ANEXO: ENSAYOS DE LABORATORIO	



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores del coeficiente F_a , para la zona de períodos cortos del espectro	11
Tabla 2. Valores del coeficiente F_v , para la zona de períodos intermedios del espectro	11
Tabla 3. Cálculo de la capacidad portante admisible a -1.60 m de profundidad.	21

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del Municipio en el departamento del Tolima.	7
Figura 2. Localización de los trabajos de campo.	9
Figura 3. Mapa de Colombia dividido por zonas de amenaza sísmica	10
Figura 4. Sondeo No. 1	14
Figura 5. Registro fotográfico Sondeo No. 1	15
Figura 6. Sondeo No. 2	16
Figura 7. Registro fotográfico Sondeo No. 2	17



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

1. GENERALIDADES ESTUDIO GEOTÉCNICO

Adelantar la EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DEL PUENTE EL SOSIEGO VEREDA LA HONDA MUNICIPIO DEL LIBANO, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.

Determinar las características Geológicas y Geotécnicas del subsuelo a través de exploraciones y reconocimientos de campo, pruebas de laboratorio e investigación del ambiente geológico del área en estudio.

En el presente informe se consignan las conclusiones de las actividades mencionadas y se dan las recomendaciones generales de cimentación.

Todos los ensayos de campo y laboratorio se realizaron siguiendo las metodologías de trabajo de las normas NTC e INVIAS 2013.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Líbano es un municipio colombiano situado en el departamento del Tolima. Es el tercer municipio más extenso en área urbana del departamento, solo superado por su capital Ibagué y el municipio de El Espinal. Tiene una temperatura media de 20 °C. Sus actividades económicas son la agricultura, la ganadería, el turismo y la producción literaria. Su población es de 45 262 habitantes (según el censo de 2018). Limita al norte con los municipios de Villahermosa y Armero, al occidente con el municipio de Murillo, al oriente con los municipios de Lérída y Santa Isabel y al sur con el municipio de Santa Isabel.

Se encuentra a 120 km de distancia de la ciudad de Ibagué (Capital del departamento del Tolima).

Figura 1. Localización del Municipio del Líbano Departamento del Tolima.



3. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Con el fin de evaluar las condiciones geomecánicas del material predominante en el lote investigado, y definir principalmente tipo y profundidades de la cimentación (Características geométricas), se realizó el trabajo de campo que se expone a continuación.

3.1. DEFINICIÓN DE PROFUNDIDAD Y CANTIDAD DE SONDEOS EXPLORATORIOS

Por solicitud del cliente se decidió 2.0 sondeos a 6 m de profundidad o hasta encontrar rechazo por el terreno natural. La ubicación del mismo fue realizada con el cliente en el lote de estudio.

3.2. EXPLORACIÓN DE CAMPO

Atendiendo los requerimientos del cliente, teniendo en cuenta las características del proyecto y el ambiente geotécnico del lote, se procedió a manera de exploración de campo con la ejecución de los sondeos a cielo abierto, realizados con equipo de perforación manual SPT y calicatas.

En la exploración se registraron las condiciones estratigráficas del subsuelo y se recuperaron simultáneamente muestras representativas a diferentes profundidades. Las muestras recuperadas en la exploración de campo fueron llevadas al laboratorio para la realización de ensayos, sobre las que se consideraron representativas del perfil. Esas pruebas fueron:

- ❖ Humedad natural
- ❖ Lavado sobre tamiz No 200
- ❖ Análisis granulométrico
- ❖ Límites Atterberg.
- ❖ Límites de consistencia.
- ❖ Determinación de los pesos específicos.
- ❖ Clasificación (USC) Y (AASHTO)

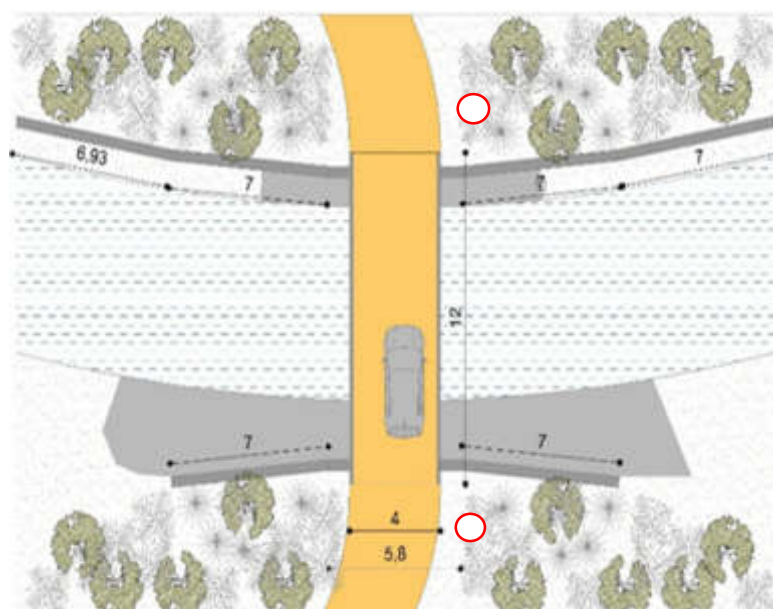
Para establecer las propiedades de resistencia y compresibilidad se realizaron los cálculos correspondientes a ensayo de capacidad de carga y admisible y ángulo de fricción del suelo.

En el anexo A del presente informe con los resultados de los ensayos de laboratorio los cálculos de capacidad de carga y ángulo de fricción del suelo.

3.3. LOCALIZACION DE LOS SONDEOS

Los sondeos se distribuyeron en la zona del proyecto según se muestra en la siguiente imagen.

Figura 2. Localización de los trabajos de campo.

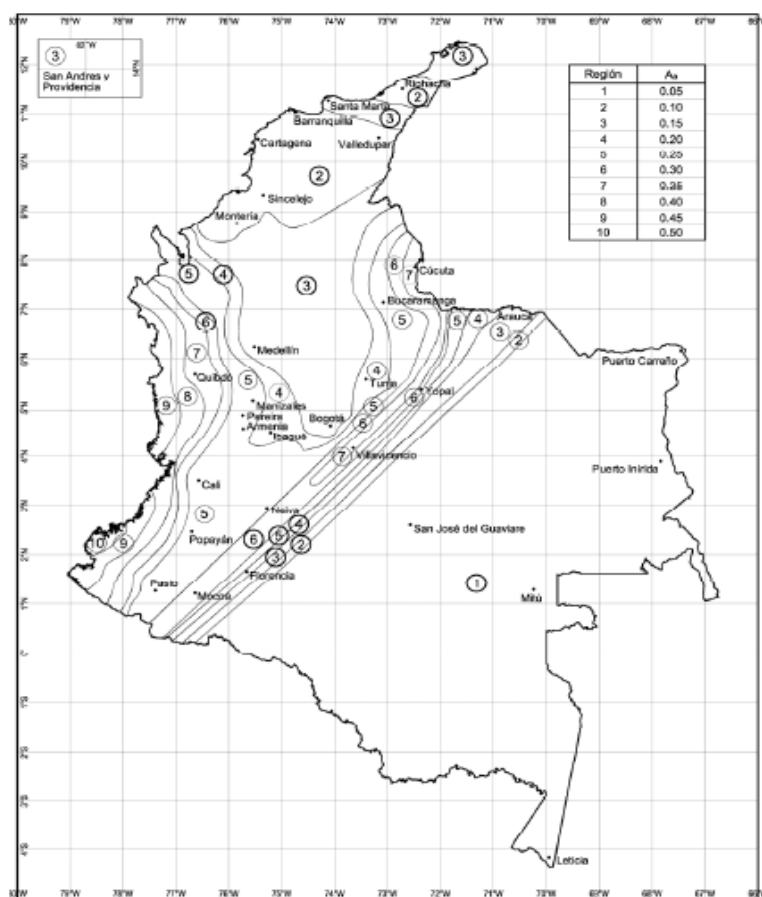


4. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO

4.1. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA

El Municipio del Líbano se encuentra dentro de la región N° 4, zona de amenaza sísmica Intermedia, con A_a (aceleración pico efectiva horizontal de diseño expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$) = 0.20, A_v (aceleración pico efectiva horizontal para diseño) = 0.20.

Figura 3. Mapa de Colombia dividido por zonas de amenaza sísmica.



Fuente: NSR-10

4.2. EFECTOS LOCALES

Teniendo en cuenta los resultados de campo se realizan correlaciones del N para determinar el V_s de cada estrato y del mismo modo definir el perfil del suelo, que para el caso en estudio corresponde a Perfil E, de acuerdo con esta condición se deben tener en cuenta:

Tabla 1. Valores del coeficiente F_a , para la zona de períodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10

Fuente NSR-10 Tabla A.2.4-3

Tabla 2. Valores del coeficiente F_v , para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10

Fuente NSR-10. Tabla A.2.4-4



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

4.3. COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

Según el numeral A.2.5. De la NSR-10, la edificación se clasifica como GRUPO IV (Edificaciones indispensables), con un coeficiente de Importancia $I = 1,50$, el cual modifica el espectro de diseño.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

Analizando los resultados de los sondeos en los diferentes estratos, se obtuvieron los siguientes resultados.

5.1. NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS

No se detectó filtración de agua, los suelos encontrados se encuentran con humedades entre el 16.4% y el 21.6%.

NSR-10-H-2-2-2-1-a

5.2. PERFIL DEL SUELO

El tipo de suelo encontrado se clasifica como arcillas bajas y arenas arcillosas de color gris, de plasticidad baja, de condición del suelo de consistencia media, de cementación moderada, de resistencia en seco alta, de dilatancia nula, de tenacidad mediana y de estructura homogénea.

Capa Vegetal. El lote en estudio presenta una capa vegetal de 0.20 cm de espesor.

Rellenos. Se encontró rellenos normales.

NSR-10-H-2-2-2-1-d

Figura 4. Sondeo No. 1

PERFIL ESTRATIGRAFICO

			0.00
CAPA VEGETAL			
			0.20
ESTRATO 1			
LIMO ARCILLOSO COLOR GRIS			
USS: CL			
ASSHTO: A-4			1.00
ESTRATO 2			
ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR NEGRO			
USC: CL			1.60
ASSHTO: A-6			
			6.00



Arcillas limosas inorgánicas de plasticidad baja, de color gris, condición del suelo húmedo, pero sin agua visible, de consistencia media a semidura respectivamente, de cementación fuerte, de resistencia en seco media, de dilatancia nula, de tenacidad alta y de estructura homogénea.

Figura 5. Registro fotográfico Sondeo No. 1



Figura 6. Sondeo No. 2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

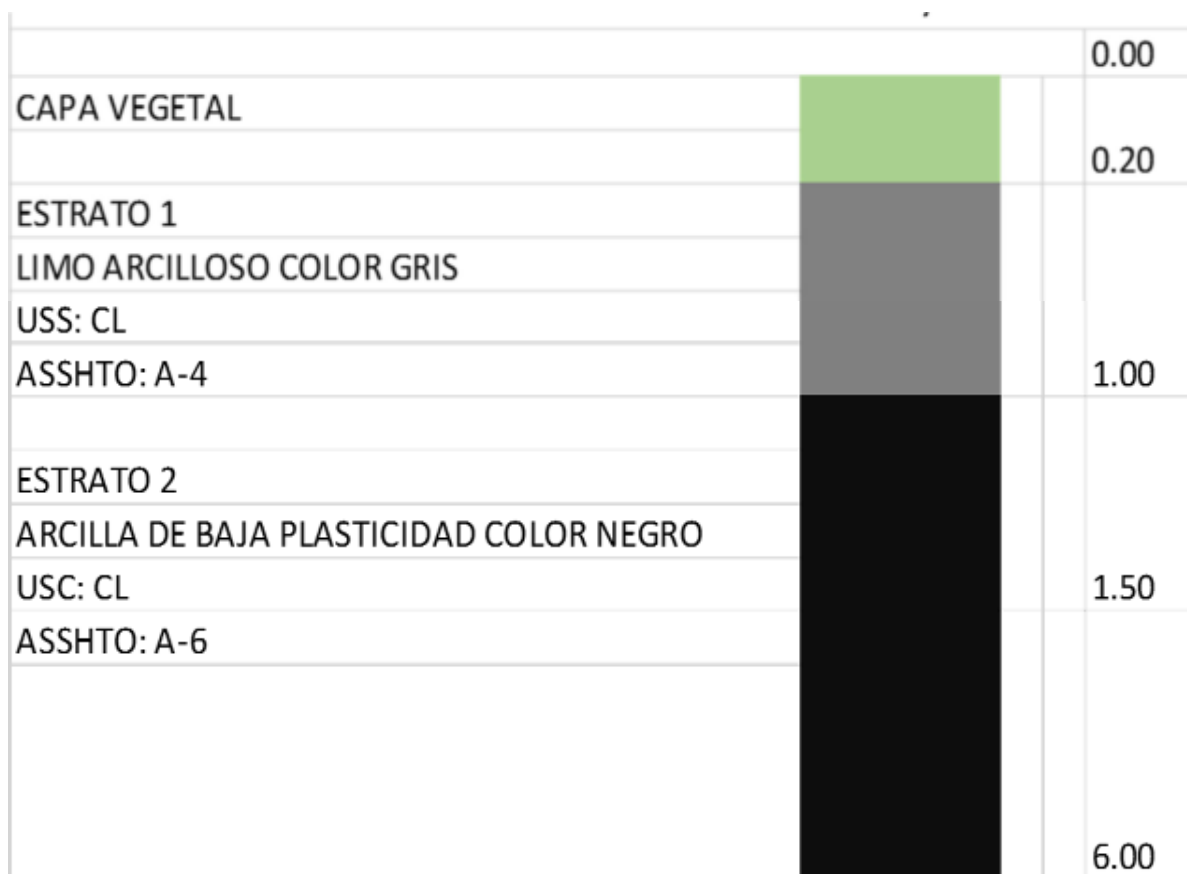


Figura 7. Registro fotográfico Sondeo No. 2



5.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA

Los límites de consistencia y/o Atterberg están comprendidos según los valores presentados a continuación clasificándose como:

5.3.1. ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD

❖ Límites Líquidos:	20.5 %
❖ Límites Plásticos:	14.3. %
❖ Índice Plástico:	6.2 %
❖ Pasa 200:	33.8 %

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Analizando los resultados de los ensayos en los diferentes estratos de los sondeos, se deduce lo siguiente:

El suelo está conformado por arcillas medianas y baja plasticidad, de color gris claro y negro respectivamente. A partir de los 1,60 mts de profundidad partiendo del nivel actual del suelo natural, el suelo presenta una capacidad de soporte aceptable en estado seco, por consiguiente, es un factor fundamental de control

❖ Según los resultados del Ensayo de Penetración Standard SPT, en promedio de 10 golpes / pie, indica que el suelo posee una consistencia media a una profundidad de 1.60 m, con una resistencia a la compresión simple de **$Cu' = 0.28 \text{ Kg/cm}^2$** y un ángulo de **fricción 23°** . A partir de los 1.80 m el suelo presenta mayor consistencia hasta llegar a la rigidez.

❖ En general la consistencia del terreno es de media a dura, directamente proporcional con su profundidad.

❖ El contenido de humedad del suelo está comprendido entre el **16.4%** y **21.6%**.

7. CAPACIDAD PORTANTE O CAPACIDAD DE CARGA DE LOS ELEMENTOS DE FUNDACIÓN EN SUELOS ARCILLOSOS

Para establecer las propiedades de resistencia y compresibilidad se realizaron los cálculos correspondientes a ensayo de penetración estándar, capacidad de carga última y admisible y ángulo de fricción del suelo.

En la teoría general de la capacidad portante, la mecánica consiste en hallar la capacidad de carga última del suelo, considerando la resistencia al corte del suelo, factores de capacidad de carga desarrolladas por Prandtl (1921), Reissner (1924) y Vesic (1973), factores de forma, de profundidad e inclinación de la carga y corrección por posición del nivel freático, que al aplicarle un correcto factor de seguridad, se obtiene la capacidad portante admisible. A continuación

La capacidad portante admisible para una zapata de 0.60 x 0.60 m y desplantada a -1.60 m de profundidad partiendo como nivel 0.00 el terreno natural, fue de **$q_{adm}' = 12.5 \text{ Tn/m}^2$** . En la siguiente tabla se presenta los valores obtenidos para diferentes tamaños del cimiento.

Tabla 3. Cálculo de la capacidad portante admisible a -1.60 m de profundidad.

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE - TEORÍA GENERAL DE LA CAPACIDAD PORTANTE CON CORRECCIONES AASHTO 2004 With 2006 Interims - ZAPATAS																			
ANCHO CIMIENTO	LARGO CIMIENTO	TIPO CIMIENTO	FACTORES DE CARGA			FACTORES DE FORMA			FACTOR POR INCLINACIÓN DE CARGA			FACTOR CORRECCIÓN POR AGUA		FACTOR PROFUNDIDAD	CORRECCIÓN POR EXCENTRICIDAD		CAPACIDAD DE CARGA		
			Nc	Nq	Ny	Sc	Sq	Sy	bc	bq	by	Cwq	Cwy		B*	L*	ULT (Kpa)	ADM (Kpa)	CS +SISMO
1,0	1,0	CUADRADO	11,00	3,9	2,7	1,35	1,27	0,60	1	1	1	0,50	0,50	1	0,67	0,7	356,02	118,67	237,35
	1,2	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,30	1,22	0,67	1	1	1	0,50	0,50	1	0,67	0,8	341,80	113,93	227,86
	1,4	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,25	1,19	0,71	1	1	1	0,50	0,50	1	0,67	0,9	331,64	110,55	221,09
	1,6	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,22	1,17	0,75	1	1	1	0,50	0,50	1	0,67	1,1	324,02	108,01	216,01
	1,8	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,20	1,15	0,78	1	1	1	0,50	0,50	1	0,67	1,2	318,09	106,03	212,06
1,2	1,0	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,43	1,32	0,52	1	1	1	0,50	0,50	1	0,80	0,7	373,86	124,62	249,24
	1,2	CUADRADO	11,00	3,9	2,7	1,35	1,27	0,60	1	1	1	0,50	0,50	1	0,80	0,8	356,91	118,97	237,94
	1,4	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,30	1,23	0,66	1	1	1	0,50	0,50	1	0,80	0,9	344,80	114,93	229,87
	1,6	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,27	1,20	0,70	1	1	1	0,50	0,50	1	0,80	1,1	335,72	111,91	223,82
	1,8	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,24	1,18	0,73	1	1	1	0,50	0,50	1	0,80	1,2	328,66	109,55	219,11
1,4	1,0	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,50	1,38	0,44	1	1	1	0,50	0,50	1	0,9	0,7	391,47	130,49	260,98
	1,2	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,41	1,31	0,53	1	1	1	0,50	0,50	1	0,9	0,8	371,83	123,94	247,89
	1,4	CUADRADO	11,00	3,9	2,7	1,35	1,27	0,60	1	1	1	0,50	0,50	1	0,9	0,9	357,80	119,27	238,54
	1,6	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,31	1,23	0,65	1	1	1	0,50	0,50	1	0,9	1,1	347,28	115,76	231,52
	1,8	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,28	1,21	0,69	1	1	1	0,50	0,50	1	0,9	1,2	339,10	113,03	226,07
1,6	1,0	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,57	1,43	0,36	1	1	1	0,50	0,50	1	1,1	0,7	408,83	136,28	272,56
	1,2	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,47	1,36	0,47	1	1	1	0,50	0,50	1	1,1	0,8	386,55	128,85	257,70
	1,4	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,41	1,31	0,54	1	1	1	0,50	0,50	1	1,1	0,9	370,63	123,54	247,09
	1,6	CUADRADO	11,00	3,9	2,7	1,35	1,27	0,60	1	1	1	0,50	0,50	1	1,1	1,1	358,69	119,56	239,13
	1,8	RECTANGULAR	11,00	3,9	2,7	1,32	1,24	0,64	1	1	1	0,50	0,50	1	1,1	1,2	349,41	116,47	232,94

Fuente: Propia

8. RECOMENDACION DE CIMENTACION

De acuerdo al estudio de suelos se podrá hacer una placa flotante o zapatas aisladas con vigas de amarre soportadas sobre 30 cm de material de mejoramiento según Invias 2013, decisión que será determinada por el calculista estructural.

El nivel de implantación recomendada para los elementos de cimentación será a -1.60 m de profundidad partiendo del nivel natural del terreno. Con un factor de seguridad de FS. 3

- ❖ Densidad promedio entre 1.54 Ton/m³.
- ❖ Resistencia a la compresión simple $Cu' = 2.8 \text{ Ton/m}^2$.
- ❖ Angulo de fricción de suelo está en entre = 23°

Los niveles de fundación establecidos corresponden a los mínimos por adoptarse. Si por condiciones de implantación del proyecto, movimiento de tierras o cualquier otro motivo se requiere modificarla, solo será acertado cuando esta modificación implique un aumento del nivel o profundidad recomendado, pero nunca su disminución.

La capacidad portante admisible para una zapata desplantada a -1.60 m de profundidad y asumida de 0.60 m por 0.60 m es de **$q_{adm}' = 12.5 \text{ Tn/m}^2$** .

El equipo de penetración Standard SPT presento rechazo a una profundidad promedio de -1.60 m en cada uno de los sondeos realizados, profundidad a la cual se determinó que el suelo posee una consistencia rígida con una capacidad de soporte mayor de 2.5 Kg/cm².

8.1. RECOMENDACIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PUENTE EL SOSIEGO VEREDA LA HONDA LÍBANO - TOLIMA

- ❖ El diseño de cimentación que se genere dependerá del sistema constructivo a implementarse y del cálculo estructural que demande el proyecto a construirse, las dimensiones de la cimentación a desarrollar, estará determinada por el calculista estructural.
- ❖ Si se realizan excavaciones se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar alteraciones en las caras expuestas al corte del terreno, debido a que agentes ambientales tales como la erosión y la intemperización pueden afectar la propia construcción.
- ❖ Si se requieren rellenos para mejorar las condiciones del suelo estos deben de ser como mínimo de 30 cm de espesor y cumpliendo con las especificaciones INVIAS de 2013.
- ❖ En caso de generarse excavaciones, con niveles mayores de 1.0 m, se deberá generar un refuerzo vertical sobre su cara, éste diseño debe ser analizado y estudiado por el Ingeniero Estructural.
- ❖ Es importante que el ingeniero calculista tenga en cuenta la cota de cimentación, la capacidad portante del terreno, el uso adecuado del sistema de cimentación, el perfil estratigráfico del presente estudio, las recomendaciones de mejoramiento del suelo y las especificaciones contempladas en la NSR – 10.
- ❖ Durante las excavaciones y la construcción de las cimentaciones se deberán coordinar una serie de visitas a la obra por el Geotécnista designado por la firma que realizó el estudio de suelos, con el propósito de verificar la veracidad de los mismos, ya que estos se basan en reconocimientos puntuales y, por consiguiente, cabe la posibilidad que existan diferencias en otros puntos, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno.



J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

NIT. 901205750-5

❖ Finalmente se recomienda que en la obra permanezca una copia de este documento para agilizar las consultas del caso durante la etapa de construcción de las cimentaciones.

8.2. RECOMENDACIÓN ADICIONAL

Las conclusiones y recomendaciones de este informe se basan en las investigaciones realizadas del subsuelo, las cuales son puntuales, por lo que pueden presentarse variaciones en el subsuelo que no fueran detectadas en esta investigación. Si durante la construcción de las obras se encuentra que las condiciones del subsuelo varían sustancialmente respecto a las aquí consideradas, se deberán efectuar las revisiones y/o ajustes a los diseños que sean del caso.

LUIS ALBERTO SANCHEZ ROJAS

CC: 93.128.171 Del Espinal Tol.

TPN°7202-367418 TLM

Ingeniero Civil

g. Ensayo de núcleos



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO INV E. 410 - 13

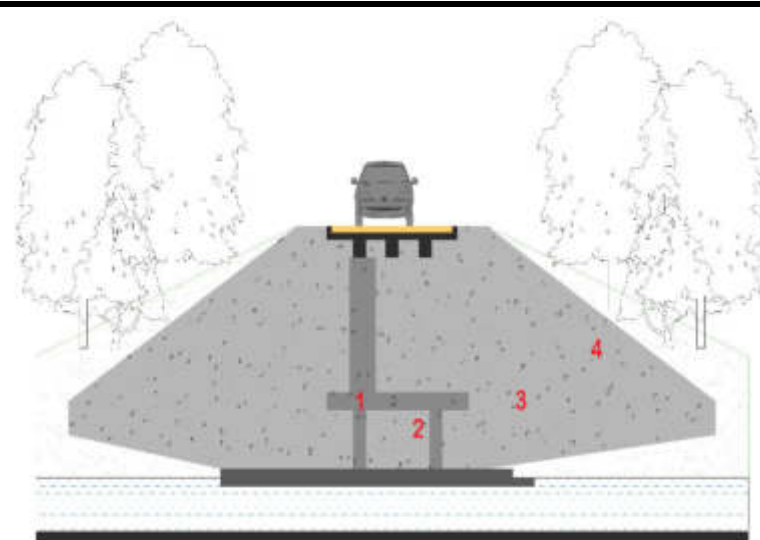
J.L.W LABORATORIO E INGENIERIA S.A.S.

FECHA:	jueves, 25 de noviembre de 2021
CONTRATISTA:	ESTUDIANTES
PROYECTO:	PUEBLO EL SOSIEGO VEREDA LA HONDA
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE LÍBANO - TOLIMA

No.	MUESTRA	ELEMENTO	RESISTENCIA TEORICA		FECHA		EDAD	FUERZA LEIDA	FUERZA	ESFUERZO		PORCENTAJE RESISTENCIA COMPRESION
			Kg/Cm2	PSI	TOMA	ROTURA		KNw	Kg	Kg/Cm2	PSI	
1	M-1	MURO PANTALLA	245	3500	15/11/2021	20/11/2021		181,8	18538,1	228,9	3249,9	92,9
2	M-2	MURO	245	3500	15/11/2021	20/11/2021		183,5	18711,5	231,0	3280,3	93,7
3	M-3	VIGA	245	3500	15/11/2021	20/11/2021		174,8	17824,4	220,1	3124,8	89,3

REVISO:	 LUIS ALBERTO SANCHEZ ROJAS Ingeniero Civil	Resistencia Esperada (%)		
		3 Dias	De 39% a 47%	
		7 Dias	De 62% a 68%	
		14 Dias	De 81% a 85%	
		28 Dias	100% Como Mínimo	

h. Seguimiento a grietas y fisuras

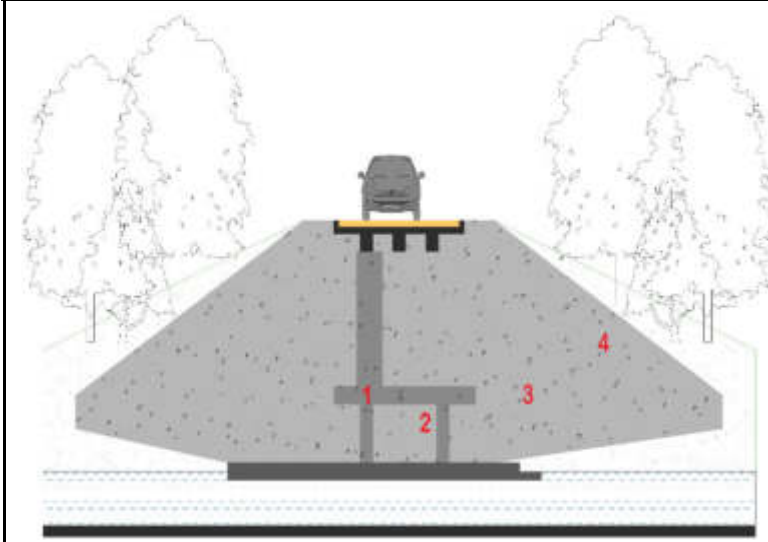
ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Instalación	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	6/09/2021
	Referencia	Elemento	Lesión
	01	Columna Norte	Grieta
	02	Muro Estribo	Grieta
	03	Muro Estribo	Grieta
	04	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
• Los testigos se instalaron en elementos verticales en el estribo sur por cuanto es quien presenta mayor afectación con el propósito de determinar la actividad activa o pasiva de la grieta principal.			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Instalación	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	6/09/2021
	Referencia	Elemento	Lesión
	01	Columna Norte	Grieta
OBSERVACIONES:			
• Longitud Inicial Separación Puntillas: 100 mm • Separación: 16 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Instalación	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	6/09/2021
	Referencia	Elemento	Lesión
	02	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•Longitud Inicial Separación Puntillas: 95 mm •Separación: 20 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Instalación	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	6/09/2021
	Referencia	Elemento	Lesión
	03	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•Longitud Inicial Separación Puntillas: 100 mm •Separación: 11 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO		Evento	Instalación	Fecha
Testigos		Localización	Estribo Sur	6/09/2021
	Referencia	Elemento	Lesión	
	04	Muro Estribo	Grieta	
OBSERVACIONES:				
•Longitud Inicial Separación Puntillas: 98 mm •Separación: 20 mm				

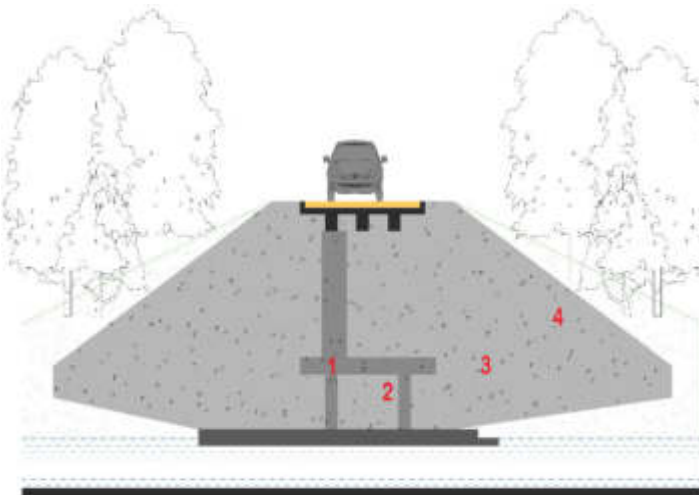
ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	21-9-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	01	Columna Norte	Grieta
	02	Muro Estribo	Grieta
	03	Muro Estribo	Grieta
	04	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
• Los testigos se instalaron en elementos verticales en el estribo sur por cuanto es quien presenta mayor afectación con el propósito de determinar la actividad activa o pasiva de la grieta principal.			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	21-9-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	01	Columna Norte	Grieta
OBSERVACIONES:			
• Longitud Separación Puntillas: 103 mm • Separación: 17 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	21-9-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	02	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•Longitud Inicial Separación Puntillas: 100 mm •Separación: 25 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	21-9-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	03	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•Longitud Inicial Separación Puntillas: 104 mm •Separación: 14 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO		Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos		Localización	Estribo Sur	21-9-21
	Referencia	Elemento	Lesión	
	04	Muro Estribo	Grieta	
	OBSERVACIONES:			
•Longitud Inicial Separación Puntillas: 101 mm •Separación: 24 mm				

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	24-11-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	01	Columna Norte	Grieta
	02	Muro Estribo	Grieta
	03	Muro Estribo	Grieta
	04	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
• Los testigos se instalaron en elementos verticales en el estribo sur por cuanto es quien presenta mayor afectación con el propósito de determinar la actividad activa o pasiva de la grieta principal.			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	24-11-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	01	Columna Norte	Grieta
OBSERVACIONES:			
• Se presentó la erosión de uno de los extremos donde reposaba el testigo en la cabeza de la columna norte.			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	24-11-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	02	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•No fue posible la lectura, los testigos fueron removidos.			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	24-11-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	03	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•Longitud Separación Puntillas: 107 mm •Separación: 16 mm			

ENSAYOS Y MUESTREO	Evento	Revisión N°1	Fecha
Testigos	Localización	Estribo Sur	24-11-21
	Referencia	Elemento	Lesión
	04	Muro Estribo	Grieta
OBSERVACIONES:			
•No fue posible la lectura, los testigos fueron removidos.			