

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO 2017**

**DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE LA  
ESNEDA, UBICADO SOBRE EL RIO OTÚN ENTRE LOS MUNICIPIOS DE  
PEREIRA Y DOSQUEBRADAS, RISARALDA**

**CARLOS ANDRÉS LÓPEZ OCAMPO  
DANIEL FELIPE PINEDA OSORIO**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
PEREIRA  
2018**

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO 2017**

**DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE LA  
ESNEDA, UBICADO SOBRE EL RIO OTÚN ENTRE LOS MUNICIPIOS DE  
PEREIRA Y DOSQUEBRADAS, RISARALDA**

**CARLOS ANDRÉS LÓPEZ OCAMPO  
DANIEL FELIPE PINEDA OSORIO**

**ASESOR:  
ING. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
PEREIRA  
2018**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>11</b>
3.1. <i>OBJETIVO GENERAL</i> .....	11
3.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> .....	11
<b>4. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>12</b>
4.1. <i>MARCO TEÓRICO</i> .....	12
4.1.1. Puentes.....	12
4.1.2. El concreto.....	12
4.1.3. Patologías estructurales. ....	13
4.1.4 Daños Estructurales.....	13
4.1.5 Software ETABS 2016.....	14
4.1.6 Estructuras Metálicas.....	14
4.2. <i>MARCO LEGAL</i> .....	14
4.3. <i>MARCO GEOGRÁFICO</i> .....	15
<b>5. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>15</b>
5.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
5.2. MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO .....	16
5.3. ETAPAS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
<b>6. ANÁLISIS CON BASE EN EL “MANUAL PARA INSPECCIÓN VISUAL DE Puentes Y PONTONES” INVIAS 2006, DE LOS DAÑOS PRESENTADOS EN EL PUENTE “LA ESNEDA”</b> .....	<b>18</b>
6.1. <i>SUPERFICIE Y ESTRUCTURA</i> .....	18
6.2. <i>SUBESTRUCTURA</i> .....	20

6.3.	<i>SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO</i> .....	21
6.4.	<i>SUPERESTRUCTURA METÁLICA</i> .....	22
<b>7.</b>	<b>MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN SOFTWARE ETABS 2016 Y ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA</b> .....	<b>28</b>
7.1.	<i>MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA</i> .....	28
7.1.1.	<i>RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA</i> .....	28
7.2.	<i>ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</i> .....	34
<b>8.</b>	<b>SOLUCIONES A LOS DIFERENTES PROBLEMAS QUE PRESENTA EL PUENTE LA ESNEDE</b> .....	<b>44</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>10.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>50</b>
<b>12.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>53</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de diseño metodológico .....	16
Tabla 2. Etapas y resultados de la investigación .....	17
Tabla 3. Calculo de cargas vivas y muertas .....	30
Tabla 4. Sentido Dosquebradas - Pereira 0m.....	34
Tabla 5. Sentido Dosquebradas - Pereira 6m.....	35
Tabla 6. Sentido Dosquebradas - Pereira 12m.....	35
Tabla 7. Sentido Dosquebradas - Pereira 18m.....	36
Tabla 8. Sentido Dosquebradas - Pereira 24m.....	36
Tabla 9. Sentido Dosquebradas - Pereira 30m.....	37
Tabla 10. Sentido Dosquebradas - Pereira 36m.....	37
Tabla 11. Sentido Dosquebradas - Pereira 42m.....	38
Tabla 12. Estribo lado izquierdo Pereira - Dosquebradas.....	38
Tabla 13. Estribo lado Derecho Pereira – Dosquebradas.....	39
Tabla 14. Andén lado derecho Pereira – Dosquebradas .....	39
Tabla 15. Andén lado Izquierdo Pereira – Dosquebradas .....	40
Tabla 16. Andén lado derecho Dosquebradas – Pereira .....	40
Tabla 17. Estribo lado derecho Dosquebradas – Pereira .....	41
Tabla 18. Andén lado izquierdo Dosquebradas – Pereira.....	41
Tabla 19. Estribo lado izquierdo Dosquebradas – Pereira.....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación puente La Esneda .....	15
Figura 2. Estructura metálica .....	19
Figura 3. Juntas de dilatación parte inferior .....	19
Figura 4. Junta de dilatación parte superior .....	20
Figura 5. Afloramiento vegetal estribos.....	21
Figura 6. Deficiencias en la losa .....	22
Figura 7. IPE 300 Longitudinales .....	23
Figura 8. IPE 450 Transversales.....	23
Figura 9. Diagonal principal. Angulo tipo canal .....	24
Figura 10. Diagonal tipo 1. Ángulo enfrentado en L.....	25
Figura 11. Diagonal tipo 2. Ángulos en L .....	25
Figura 12. Columna tipo 1. Ángulos en L.....	26
Figura 13. Columna tipo 2. Ángulos tipo 2 .....	26
Figura 14. Deterioro de Riostra.....	27
Figura 15. Riostra en "L" .....	27
Figura 16. Vista En Tres Dimensiones.....	28
Figura 17. Vista Frontal.....	29
Figura 18. Vista Lateral.....	29
Figura 19. Vista De Las Cargas Muertas Uniformemente Distribuidas .....	31
Figura 20. Vista De Las Cargas Vivas Uniformemente Distribuidas .....	31
Figura 21. Posibles Deformaciones Por Cargas Axiales Viva.....	32
Figura 22. Posibles Deformaciones Por Cargas Axiales Muertas.....	33
Figura 23. Toma de datos Esclerometría .....	34
Figura 24. Lectura de datos .....	43
Figura 25. Refuerzos de la comunidad .....	44
Figura 26. Deterioros del tiempo en la estructura metálica .....	45

## INTRODUCCIÓN

Las vías, puentes, alcantarillado y demás infraestructura necesarias en una ciudad y en su defecto en una comunidad, son parte fundamental para el crecimiento y desarrollo de la economía; así mismo, son factores para superar la pobreza, marginación y aumentar la competitividad. Esto a su vez facilita el traslado de las personas, los bienes, las mercancías y permiten que la comunidad tenga accesos a diferentes servicios indispensables como son: la educación, la salud y la seguridad pública. Durante largos años se ha considerado que la infraestructura es un factor determinante para mejorar la calidad de vida y promover el crecimiento económico en una población.<sup>1</sup>

El Barrio la “Esneda” de la comuna Jesús de la Buena Esperanza del municipio de Dosquebradas departamento de Risaralda, fue fundado en 1958 cuando aún pertenecía al departamento del Gran Caldas. Según una “Sinopsis de una comunidad progresista y humana” realizado por estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Esneda es una comunidad que ha conseguido diferentes avances viales, gracias a las juntas de acción comunal (JAC). De esta misma manera lograron incorporar en la comunidad obras como; el puente peatonal sobre la calle 23, que está ubicado sobre el río Otún. En el año 1983 empezaron a gestionar para conseguir el puente vehicular de Mocatán (actualmente el puente la Esneda), un puente metálico del Ministerio de Obras que estaba sobre el río Risaralda en el municipio de la Virginia, el cual quedó fuera de servicio a causa de la hecha de un puente en concreto. Es entonces cuando la comunidad de la Esneda fue a observar dicho puente, encontrando deterioro dentro de la estructura tales como: tornillos, láminas y platinas oxidadas. Posteriormente y después de otros trámites, se dirigieron al distrito cinco de carreteras con sede en Manizales, al Ministerio de Obras y con la colaboración del

---

<sup>1</sup> Camino Al Barrio. [En línea] “Barrio La Esneda” Sinopsis de una comunidad progresista y humana. <http://caminoalbarrio2.blogspot.com/2009/12/barrio-la-esneda-sinopsis-de-una.html> [Citado el: 17 de julio de 2018]

doctor Juan Guillermo Ángel Mejía que era el alcalde se determinó que el puente era propiedad de la Esneda. Llegó a la comunidad en 1985, en 1986 los estribos y ya en el 1988 con la colaboración del entonces Gobernador Diego Patiño Amariles que fue quien aprobó el presupuesto de 60 millones de pesos, se realizó el montaje del puente vehicular de la Esneda. El cual es presentado como objeto de investigación del Diagnóstico de las Patologías Estructurales, está ubicado sobre el río Otún, en la calle 24 con Avenida del Río y une los municipios de Pereira con el municipio de Dosquebradas, Risaralda.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Camino Al Barrio. [En línea] “Barrio La Esneda” Sinopsis de una comunidad progresista y humana. <http://caminoalbarrio2.blogspot.com/2009/12/barrio-la-esneda-sinopsis-de-una.html> [Citado el: 17 de julio de 2018]

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El Puente La Esneda el cual está siendo estudiado presenta una cantidad de deficiencias estructurales y no estructurales. La mayoría de sus problemas radica en la cantidad de corrosión en la estructura metálica, las riostras de los extremos del puente de la parte inferior están corroídas completamente y ya están desprendidas, cabe resaltar que también es evidente que algunas de estas riostras han sido robadas ya que pueden ser vendidas por chatarra o cambiadas por algún tipo de sustancias psicoactivas.

Los estribos están hechos en concreto y se encuentran en buen estado, aunque es necesario hacer una limpieza; ya que, hay presencia de afloramientos vegetales en la parte inferior donde pasa el Rio Otún y en los costados donde termina la estructura de concreto. La capa de rodadura del puente está en deterioro, presentando ahuecamiento en varias secciones a lo largo y presencia de hierro a la vista, lo cual puede generar inconveniente para los transeúntes. Concomitantemente uno de los problemas principales que afecta directa e indirectamente lo anteriormente mencionado e incluso puede agravar dichas fallas, consiste en la mala utilización dada a esta estructura, ya que este debería funcionar únicamente como puente vehicular de tráfico liviano y en la actualidad hay paso de tráfico pesado 3 a 4 veces por semana, sin embargo, es indispensable el paso sobre este debido a que son camiones que distribuyen las diferentes tiendas y minimercados del barrio la Esneda, previendo así las necesidades básicas de la comunidad.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El diagnóstico de las patologías estructurales del Puente La Esneda, permite analizar con base en el Manual para Inspección Visual de Puentes y Pontones, INVIAS 2006, los daños presentados y el nivel de estos, modelando su estructura con el software ETABS 2016, siendo así un instrumento base que le permite a las administraciones municipales conocer el estado de esta infraestructura y posteriormente intervenir.

Como se mencionó anteriormente, el puente la Esneda generó un impacto en la comunidad, ya que; permitió que esta avanza, ocasionando un crecimiento económico, social y cultural, estableciéndose de esta manera como un factor que influye directamente en la comunidad, por lo tanto, es indispensable realizar las mejoras sobre las fallas identificadas en el presente estudio.

Años posteriores a la instalación la comunidad ha sido quien ha realizado adecuaciones que de alguna manera generan seguridad vial, todo esto ha sido con la colaboración de algunos entes administrativos. Sin embargo, dados los hallazgos, se reitera que es necesario tener mayor participación de la Gobernación Departamental, siendo esta la que debe tomar la iniciativa para generar las mejoras estructurales y prevenir el deterioro progresivo de dicha estructura.

Por ende, el estudio de patología del puente La Esneda, permite identificar las causas y problemas estructurales presenta, de igual manera se plantean posibles soluciones a las fallas y percances descubiertos. Partiendo así de un punto inicial, para posteriormente realizar el mantenimiento, mejoras y finalmente obtener una infraestructura completa y segura que continúe generando avances en la comunidad y concomitante con la sociedad.

### **3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Encontrar los diferentes daños estructurales que presenta el puente la Esneda, localizado sobre el río Otún y que une los municipios de Dosquebradas y Pereira, en el departamento de Risaralda.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Hacer un análisis de los daños encontrados en el puente La Esneda basado en el “Manual para inspección visual de puentes y pontones” del INVIAS 2006.

Realizar un modelo del puente La Esneda con la ayuda del software ETABS 2016.

Proponer posibles soluciones a los daños encontrados en el puente La Esneda.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1. MARCO TEÓRICO

**4.1.1. Puentes.** Debido al propósito de estas estructuras y las diversas formas arquitectónicas adoptadas se pueden definir como; “obras de arte destinadas a salvar corrientes de agua, depresiones del relieve topográfico, y cruces a desnivel que garanticen una circulación fluida y continua de peatones, agua, ductos de los diferentes servicios, vehículos y otros que redunden en la calidad de vida de los pueblos.”<sup>3</sup>

La infraestructura de un puente está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos.<sup>4</sup>

Comúnmente, el término puente se utiliza para describir a las estructuras viales, con trazado por encima de la superficie, que permiten superar obstáculos naturales como ríos, quebradas, hondonadas, canales, entrantes de mar, estrechos de mar, lagos, entre otros.<sup>5</sup>

**4.1.2. El concreto.** La mezcla de piedras, arena, agua y cemento dan como resultado el concreto, el cual al solidificarse constituye uno de los materiales más resistentes para hacer muros y cimientos. La combinación de arena, agua y cemento algunos países latinoamericanos le llaman mortero y el concreto después de seco y compacto le da el nombre de hormigón.<sup>6</sup>

La presentación común del concreto normal en estado fresco, lo identifica como un conjunto de pedazos de roca, comúnmente definidos como agregados, esparcidos en una matriz viscosa compuesta por una pasta de cemento de consistencia

---

<sup>3</sup> Apuntes Ingeniería Civil. Definición De Puentes [En línea] Apuntes Ingeniería Civil, 2017. <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.co/2010/10/definicion-de-puentes.html> [Citado el: 07 de mayo de 2018]

<sup>4</sup> Scribd. Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales [En línea]. Artículo subido febrero 06, 2014. <https://es.scribd.com/document/205146875/Un-puente-es-una-estructura-destinada-a-salvar-obstaculos-naturales> [Citado el: 07 de mayo de 2018]

<sup>5</sup> Libro De Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de Ávila, Ingeniería Técnica de Topografía [En línea], artículo PDF. <http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf> [Citado el: 24 de junio de 218]

<sup>6</sup> Concepto Definición. Definición de concreto. [En línea] Concepto definición, 2015. <http://conceptodefiniion.de/concreto/> [Citado el: 25 de junio de 2018]

plástica. Las partículas de los agregados en ningún momento están en contacto según lo dicho anteriormente, y dicha característica tiende a permanecer en el concreto ya endurecido.<sup>7</sup>

**4.1.3. Patologías estructurales.** Es el tratamiento sistemático de los defectos de las construcciones, sus causas, sus consecuencias y sus soluciones.<sup>8</sup>

Las patologías pueden aparecer por diversos motivos sean internos o externos, entre ellos se destacan tres: Defectos, Daños o Deterioro. Las patologías que aparecen por **Defectos** son aquellas relacionadas con las características intrínsecas de la estructura, son los efectos que surgen en la edificación producto de un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, o un empleo de materiales deficientes o inapropiados para la obra. Las patologías causadas por **Daños** son las que se manifiestan durante y/o luego de la incidencia de una fuerza o agente externo a la edificación. Otro origen de las patologías, puede ser el **Deterioro** de la edificación. Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente.<sup>9</sup>

**4.1.4 Daños Estructurales.** Es el daño que sufren todos los elementos que componen una edificación, un puente vehicular o un puente peatonal, o cualquier estructura durante un sismo o algún agente natural de fuerza mayor.<sup>10</sup>

Los daños estructurales más frecuentes que se aparecen en construcciones son los daños simples o menos graves, es decir, pequeñas fisuras, leves desplomes o poco visibles flechas que, dependiendo de su tamaño físico, pueden definirse como despreciables o leves, pero con una reparación inminente que puede ir desde resanar y taponar adecuadamente las aberturas además de terminar con las causas que los hayan provocado.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup> Concreto Informática. Definición de concreto. [En línea] Concreto definición, 2012. <http://concretoinformatica.blogspot.com/2012/10/definicion-del-concreto.html> [Citado el: 25 de junio de 2018.]

<sup>8</sup> Curso Evaluación Patológica De Estructuras. (México 2017). Memorias, División de Educación Continua y a Distancia de la Facultad de Ingeniería. [Citado el: 25 de junio de 2018]

<sup>9</sup> Chacao. CIGIR (Centro de investigación en Gestión integral de Riesgos). [En línea] Patologías en las edificaciones Módulo III – Sección IV, 2019. [http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf) [Citado el: 26 de junio de 2018]

<sup>10</sup> Laboratorio De Ingeniería Sísmica Universidad De Costa Rica. [En línea] Blog, noticias, informes, actualización e información en general. <http://www.lis.ucr.ac.cr/25> [Citado el: 26 de junio de 2018]

<sup>11</sup> Certicalia. [En línea] Daños Estructurales más comunes en un edificio. <https://www.certicalia.com/blog/danos-estructurales-mas-comunes-en-un-edificio> [Citado el: 26 de junio de 2018]

**4.1.5 Software ETABS 2016.** Este software es utilizado para el análisis y diseño estructural de edificios y diversas estructuras. ETABS ofrece un conjunto de herramientas para ingenieros estructurales que diseñan edificios u otras estructuras simétricas y no simétricas en diferentes materiales, tanto si se está trabajando en estructuras de un solo piso como si fuese en varios.<sup>12</sup>

**4.1.6 Estructuras Metálicas.** Son las que la mayor parte de los elementos o partes que la forman son de metal (mayor al 80% del total de los elementos de la estructura) normalmente acero.<sup>13</sup>

El acero es un material metálico formado por la aleación de hierro y carbono en proporciones variables. Es importante no confundir el acero con el hierro, ya que el primero se deriva del segundo.<sup>14</sup>

Debido a que el acero tiene presencia de carbono y diferentes elementos metálicos y no metálicos, mejora las características físicas y químicas del hierro, lo que permite utilizarlo en diferentes industrias, tales como la de la construcción, en forma de estructuras de acero.<sup>15</sup>

## 4.2. MARCO LEGAL

Durante la práctica y para el diagnóstico de patologías estructurales que muestra el Puente La Esneda, se utiliza el Manual de Inspección Visual de Puentes y

---

<sup>12</sup> Aportes INGECIVIL. [En línea]. Descargar ETABS 2016 v16, descripción software, 2017. <http://aportesingecivil.com/descargar-etabs-2016-v16/> [Citado el: 26 de junio de 2018]

<sup>13</sup> Slideshare. [En línea]. Estructuras metálicas, autores, Anthony Ken Valencia – Abraham Veramendi Vidal – Cristhian Ivan Torres, 2014. [Citado el: 26 de junio de 2018]. <https://es.slideshare.net/ztaz/estructuras-metalica>

<sup>14</sup> QuimiNet. [En línea]. Conozca las mejores estructuras de acero, 2012. [https://www.quiminet.com/articulos/conozca-las-mejores-estructuras-de-acero-2853310.htm?mkt\\_source=22&mkt\\_medium=2377848135&mkt\\_term=66&mkt\\_content=&mkt\\_campaign=1](https://www.quiminet.com/articulos/conozca-las-mejores-estructuras-de-acero-2853310.htm?mkt_source=22&mkt_medium=2377848135&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1) [Citado el: 26 de junio de 2018]

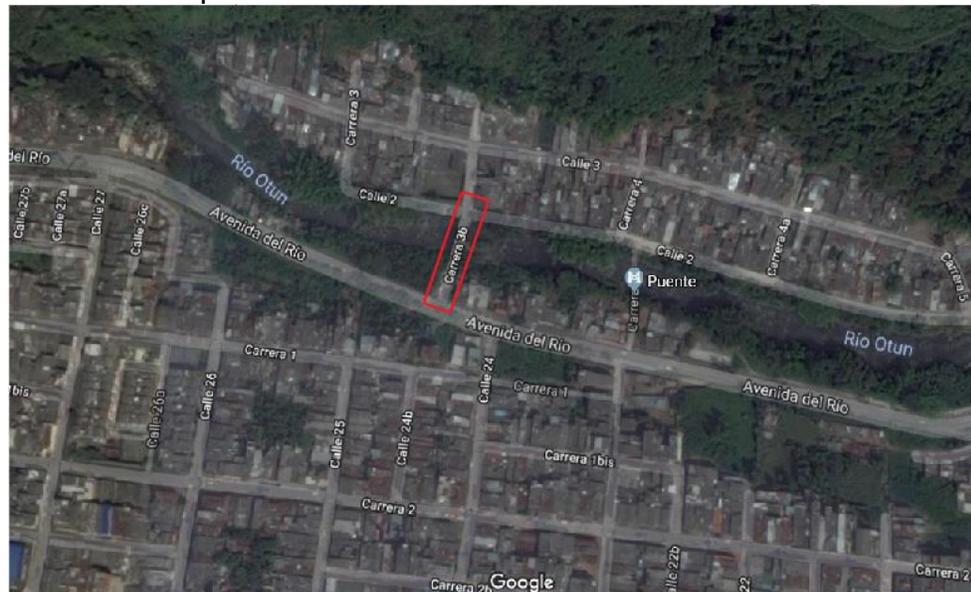
<sup>15</sup> Ibid.

Pontones – INVIAS 2006, por medio del cual se hacen propuestas para la realización de la inspección visual del puente, de su losa de concreto, cimientos y, de la estructura metálica, haciendo un inventario de cuáles son los daños que pueden afectar la estabilidad de el mismo. El manual posee 4 capítulos de inspección y establece el procedimiento, elementos y equipo; formular el problema con la captura de información, localización del puente e identificación de todos y cada uno de los elementos; una vez formulado el problema se hace una síntesis de daños en el concreto y en la estructura metálica, como pueden ser daños por diseño o construcción, a la corrosión la pintura en deterioro, perfiles metálicos con dobles, estribos con socavación, entre otros problemas.<sup>16</sup>

### 4.3. MARCO GEOGRÁFICO

El puente La Esneda, está ubicado en la Avenida del Río a la altura de la calle 24 una los municipios de Dosquebradas y Pereira, con coordenadas Norte: 4°49'15", Este: 75°41'53".

Figura 1. Ubicación puente La Esneda



Fuente: Google maps

## 5. MARCO METODOLÓGICO

### 5.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

<sup>16</sup> Ministerio de Transporte. Manual para inspección visual de puentes y pontones. Instituto Nacional de Vías. 2006. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/976-manual-para-la-inspeccion-visual-de-puentes-y-pontones/file>. [Citado el: 29 de junio de 2018]

La investigación que se va a realizar tiene un enfoque cualitativo, es decir que estudian los fenómenos no observables, tiene una interpretación subjetiva, es un método menos estructurado que el cualitativo, cuenta con datos ricos y profundos, contiene datos no extrapolables y contiene descripciones de las causas<sup>17</sup>. Este proyecto comienza con una inspección visual de los autores con el asesor, del puente La Esneda, esta inspección se hace basados en el Manual para inspección visual de Puentes y Pontones INVIAS 2006, todo esto con el fin de detectar los posibles daños presentados en el puente La Esneda y estudiar a profundidad los resultados de los diferentes ensayos que se puedan realizar en el mismo.

Como este enfoque no es cuantitativo, sino cualitativo debemos de recolectar algunos datos mediante la inspección visual y analizarlos para así poder hacer el modelo de la estructura mediante el software ETABS 2016 y conocer su funcionamiento con las diferentes cargas, permitiéndonos presentar algunas posibles soluciones.

## 5.2. MATRIZ DE DISEÑO METODOLÓGICO

En una matriz de diseño metodológico encontramos las técnicas, los instrumentos y las variables que se utilizan para poder hacer realidad los objetivos específicos planteados en la investigación.

Tabla 1. Matriz de diseño metodológico

OBJETIVOS ESPECIFICOS	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	VARIABLES
Realizar un modelo que represente estructuralmente el puente La Esneda con la ayuda del software ETABS 2016.	Tecnológica	Software ETABS 2016.	Tipo de software a utilizar.

<sup>17</sup> Universitat Pompeu Fabra. [En línea]. La investigación cualitativa – Sesión Formativo Doctorado – 5 Noviembre de 2012. [https://www.upf.edu/documents/4187012/7420405/La\\_investigacion\\_cualitativa.pdf/cd354f9a-8108-39f2-e6ab-501e2ba89736](https://www.upf.edu/documents/4187012/7420405/La_investigacion_cualitativa.pdf/cd354f9a-8108-39f2-e6ab-501e2ba89736) [Citado el: 26 de junio de 2018]

Hacer un análisis de los daños encontrados en el puente La Esneda basado en el “Manual para Inspección Visual de Puentes y Pontones” del INVIAS 2006.	Análisis Observación Indagación	Manual para Inspección Puentes y Pontones	Dimensionamiento del puente, tipos de materiales utilizados, técnicas de construcción.
Proponer posibles soluciones a los daños encontrados en el puente La Esneda.	Adquisición de conocimientos	Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales	Dimensiones de las posibles grietas, nivel de daño.

Fuente: Propia

### 5.3. ETAPAS Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto presenta varias etapas durante su ejecución, las cuales a continuación presentamos junto con las actividades y el producto final de cada etapa.

Tabla 2. Etapas y resultados de la investigación

ETAPA	ACTIVIDAD	PRODUCTO
1. Reconocimiento	Recolecta de datos Registro fotográfico	Documento Técnico
2. Modelo estructural	Toma de datos Inserción de datos	Modelo estructural puente La Esneda
3. Posible soluciones	Propuesta de soluciones	Documento Técnico

Fuente: Propia

## **6. ANÁLISIS CON BASE EN EL “MANUAL PARA INSPECCIÓN VISUAL DE Puentes Y PONTONES” INVIAS 2006, DE LOS DAÑOS PRESENTADOS EN EL PUENTE “LA ESNEDA”.**

Se obtienen los siguientes resultados después de haber hecho el diagnóstico del puente La Esneda, todo esto, en base al Manual de Puentes y Pontones de INVIAS.

### **6.1. SUPERFICIE Y ESTRUCTURA**

Se evidencia en las diferentes visitas, que el puente La Esneda no cuenta con iluminación, tampoco con la debida señalización de tránsito y acerca de las restricciones para el tránsito de vehículos pesados. El puente tiene uso compartido tanto por peatones y transeúntes, como por los vehículos de quienes viven en el barrio o llevan mercancía, entre otro tipo de visitantes, no hay señalización o delimitación para un flujo compartido y con total seguridad.

Dado que el puente está sobre el Río Otún y une el municipio de Dosquebradas y el municipio de Pereira, cuenta con dos accesos; el acceso por la Avenida del Río y el acceso desde el barrio La Esneda.

A continuación, se muestran las condiciones mencionadas anteriormente.

Figura 2. Estructura metálica



Fuente: propia

El puente de la Esneda cuenta con juntas realizadas de una manera óptima, el cual consta de dos ángulos con una separación de 2 cm y cubierta en la parte superior por una lámina extendida a lo ancho de la losa del puente.

Figura 3. Juntas de dilatación parte inferior



Fuente: propia

Figura 4. Junta de dilatación parte superior



Fuente: propia

## 6.2. SUBESTRUCTURA

### ESTRIBOS

El puente cuenta con dos estribos, los cuales aparentan estar en buen estado a pesar de presentar afloramiento vegetal lo cual nos indica que es necesario realizar un mantenimiento preventivo.

Figura 5. Afloramiento vegetal estribos



Fuente: propia

### **6.3. SUPERESTRUCTURA EN CONCRETO**

#### **LOSA**

El puente “La Esneda” cuenta con una losa en concreto en aparente buen estado aunque en algunas partes podemos encontrar algunos deterioros normales por el uso de este, entre estos deterioros podemos ver diferentes huecos ya nombrados previamente, además se nota el poco recubrimiento de la losa ya que el acero de refuerzo ya está expuesto, lo que puede generar daños más significativos en un futuro.

Esta losa tiene un espesor de 16 centímetros de concreto con acero de refuerzo, cuenta con un ancho de 4 metros y una longitud de 42 metros para aproximadamente 27 metros cúbicos.

Figura 6. Deficiencias en la losa



Fuente: propia

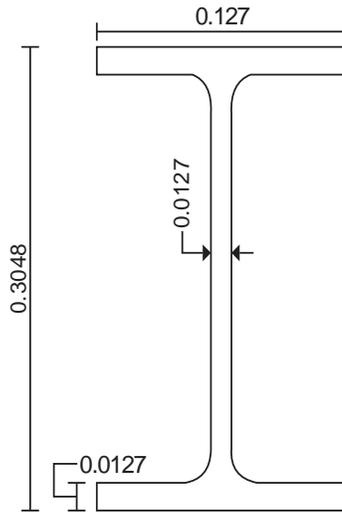
#### **6.4. SUPERESTRUCTURA METÁLICA**

Dentro del siguiente capítulo se describe la estructura metálica y sus dimensiones en metros.

##### **VIGAS**

El puente La Esneda cuenta con 4 vigas longitudinales de 42 metros con perfil en IPE.

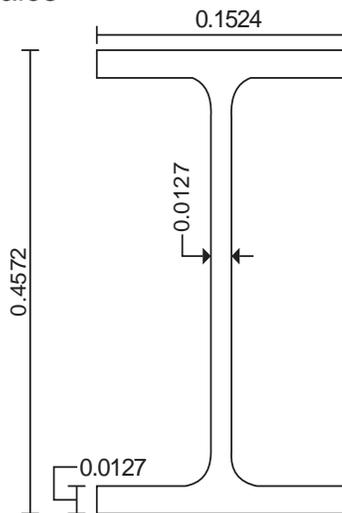
Figura 7. IPE 300 Longitudinales



Fuente: propia, medidas en metros.

Las vigas transversales son 9, también en forma de IPE con las dimensiones mostradas a continuación en metros.

Figura 8. IPE 450 Transversales



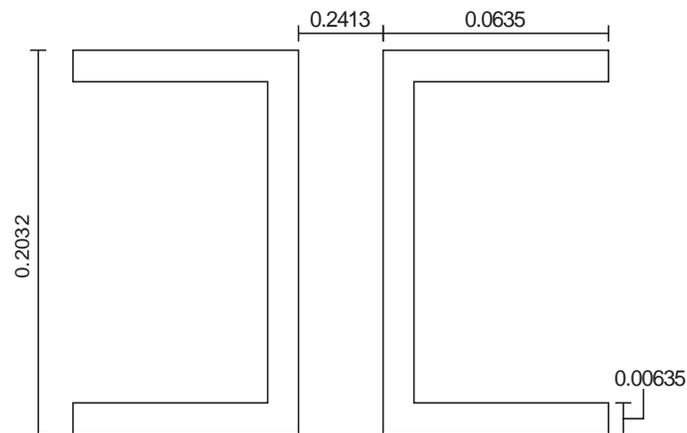
Fuente: propia, medidas en metros.

Todas las uniones que se hacen en estos perfiles son hechos por medio de remaches y tornillos.

## DIAGONALES

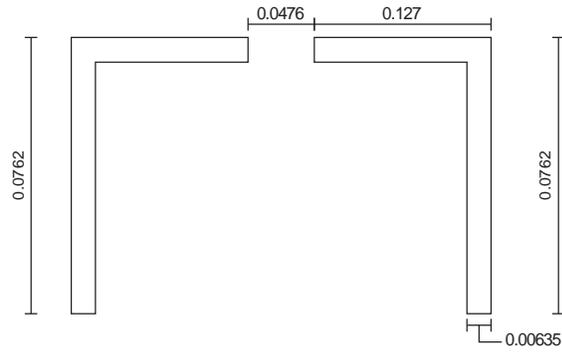
Las diagonales del puente La Esneda son 16 y están distribuidas en 3 tipos, 4 diagonales estructurales o principales en perfil PHR unido con platina en la parte superior; 6 diagonales tipo 1 con dos ángulos enfrentados y unidos por platinas de 20x20 centímetros cada metro; 6 diagonales tipo 2 con cuatro ángulos, 2 enfrentados y estos de espalda a el otro para enfrentados.

Figura 9. Diagonal principal. Angulo tipo canal



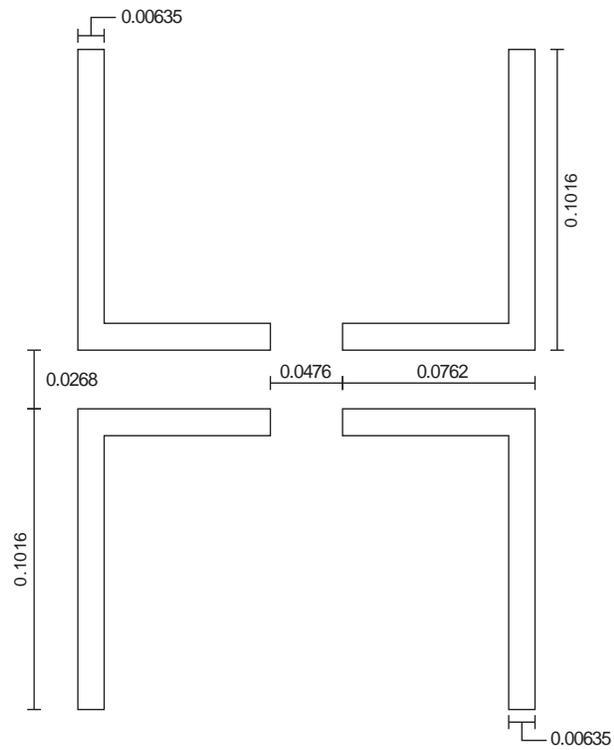
Fuente: propia, medidas en metros.

Figura 10. Diagonal tipo 1. Ángulo enfrentado en L



Fuente: propia, medidas en metros.

Figura 11. Diagonal tipo 2. Ángulos en L

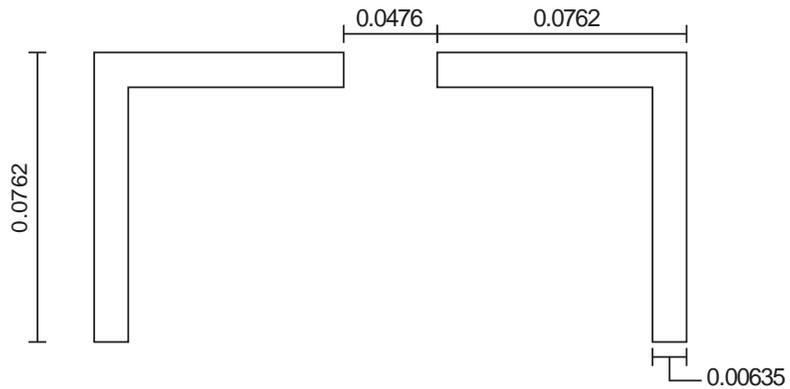


Fuente: propia, medidas en metros.

## COLUMNAS

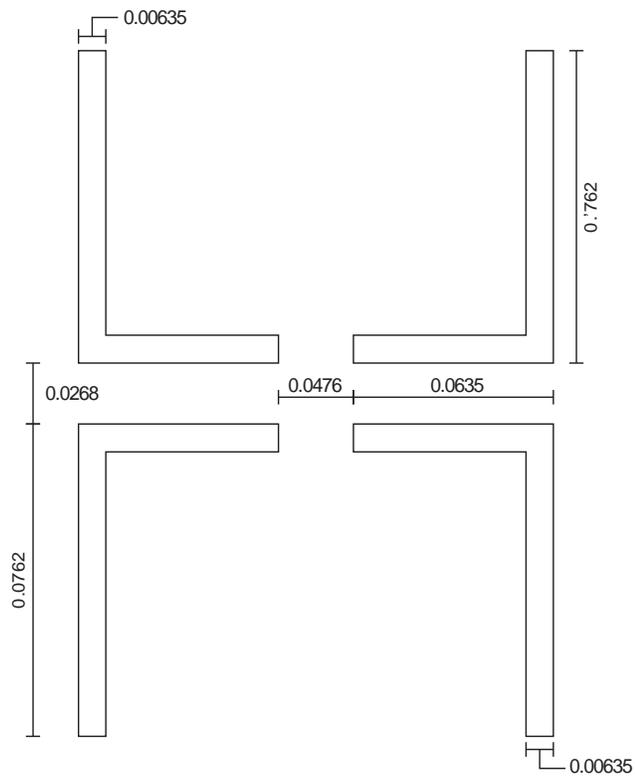
La estructura cuenta con 14 columnas, ocho tipo 1 y seis columnas tipo 2.

Figura 12. Columna tipo 1. Ángulos en L



Fuente: propia, medidas en metros.

Figura 13. Columna tipo 2. Ángulos tipo 2



Fuente: propia, medidas en metros

## RIOSTRAS

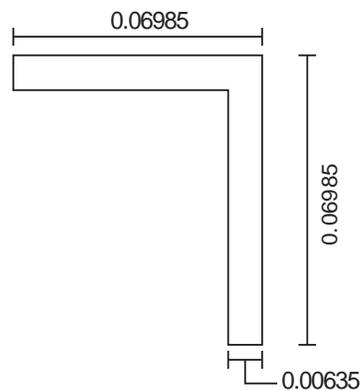
El puente cuenta con 30 riostras en ángulo en "L". 12 en la parte superior de la estructura y 18 en la parte inferior donde cuatro salen del apoyo de las IPE con los estribos.

Figura 14. Deterioro de Riostra



Fuente: propia

Figura 15. Riostra en "L"



Fuente: propia, medidas en metros.

Es importante resaltar que al puente La Esneda se le añadió una estructura en ambos lados para evitar accidentes.

## **7. MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA EN SOFTWARE ETABS 2016 Y ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA**

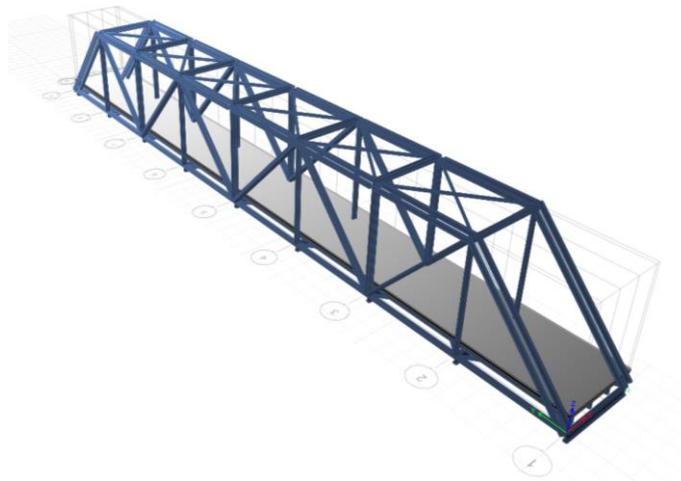
### **7.1. MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA**

Por medio del software ETABS 2016, se realiza el diseño del puente La Esneda en base a los datos obtenidos en las diferentes visitas que se llevaron a cabo, tales como las secciones de los perfiles de la estructura metálica y dimensiones de la losa de concreto; al puente se le aplican cargas vivas y muertas, y las combinaciones de estas. El programa arroja una cantidad de resultados, algunos de los cuales pueden encontrarse en el siguiente capítulo.

#### **7.1.1. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DE LA ESTRUCTURA**

En las figuras siguientes se muestran tres vistas del puente La Esneda, modelado en el software anteriormente mencionado, se evidencian también, la losa de concreto y las secciones de la estructura metálica, las cargas asignadas y repartidas uniformemente, y el comportamiento de la estructura ante las cargas.

Figura 16. Vista En Tres Dimensiones



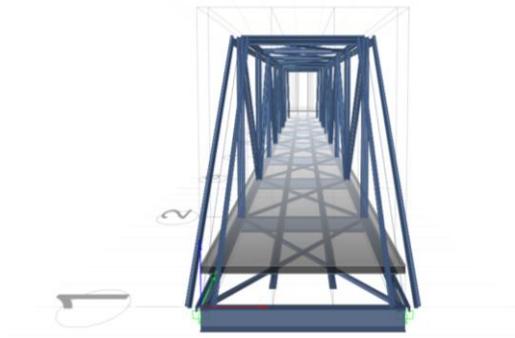
Fuente: Propia, software ETABS 2016.

Figura 17. Vista Frontal



Fuente: Propia, software ETABS 2016.

Figura 18. Vista Lateral



Fuente: Propia, software ETABS 2016

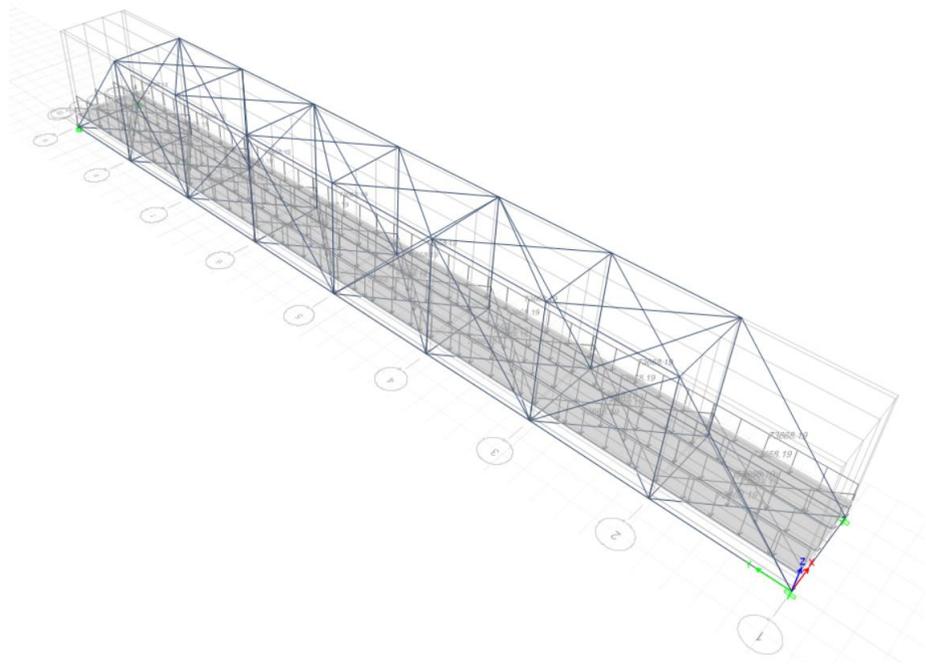
Las cargas muertas del puente fueron determinadas en base a la norma “NSR – 10 Capitulo B – 3 Cargas Muertas” obteniendo un peso según el peso de cada ángulo usado y la densidad del concreto; la carga viva se determinó en base a los vehículos más pesados observados durante las visitas; se toma la decisión de usar la denominación de los camiones “C3S2” equivalente a 32 toneladas sin carga y con una longitud aproximada de 12.5m de largo dividiéndolo en los 42m de largo del puente nos dan 3 camiones en total, lo cual da una carga viva total de 96000kg.

Tabla 3 Calculo de cargas vivas y muertas

<b>CALCULO CARGAS PARA PUENTE LA ESNEDA</b>			
<b>CARGA MUERTA</b>			
<b><u>ESTRUCTURA METALICA</u></b>			
<i>ITEM</i>	<i>PESO (kg/m)</i>	<i>LONG. (m)</i>	<i>TOTAL (kg)</i>
IPE 300	42.20	168.00	7089.60
IPE 450	77.60	36.00	2793.60
A 5x3x1/4	21.20	62.11	1316.76
A 3x3x1/4	7.29	92.96	677.68
A 3x2.5x1/4	6.85	251.44	1722.36
A 4x3x1/4	9.81	250.36	2456.08
A 6x4x1/4	28.70	168.00	4821.60
A 2-3/4x1/4	6.40	182.59	1168.55
PHR 8x2-1/2x1/4	17.11	62.11	1062.72
<b>TOTAL PESO ESTRUCTURA METALICA</b>			<b>23108.95</b>
<b><u>ESTRUCTURA DE CONCRETO</u></b>			
<i>ITEM</i>	<i>AREA (m2)</i>	<i>DENSIDAD (kg/m3)</i>	<i>TOTAL (kg)</i>
LOSA 0.16cm	26.88	2400.00	64512.00
<b>TOTAL PESO ESTRUCTURA CONCRETO</b>			<b>64512.00</b>
<b>TOTAL PESO ESTRUCTURA METÁLICA (kg)</b>			<b>87620.95</b>
<b>CARGA VIVA</b>			
Peso Camión C3S2 (kg)			<b>32000</b>
<b>TOTAL CARGA (kg)</b>			<b>96000.00</b>

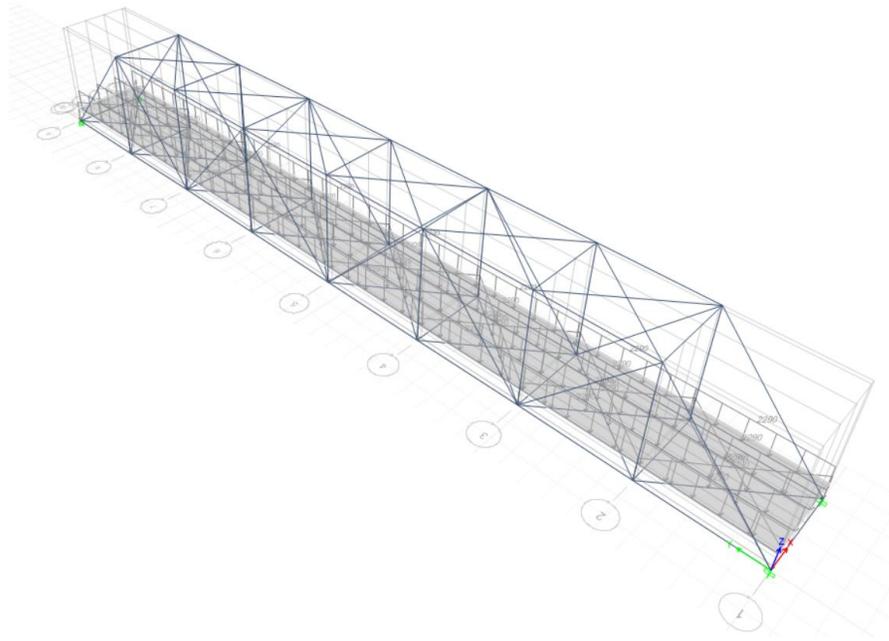
Fuente: Propia.

Figura 19. Vista De Las Cargas Muertas Uniformemente Distribuidas



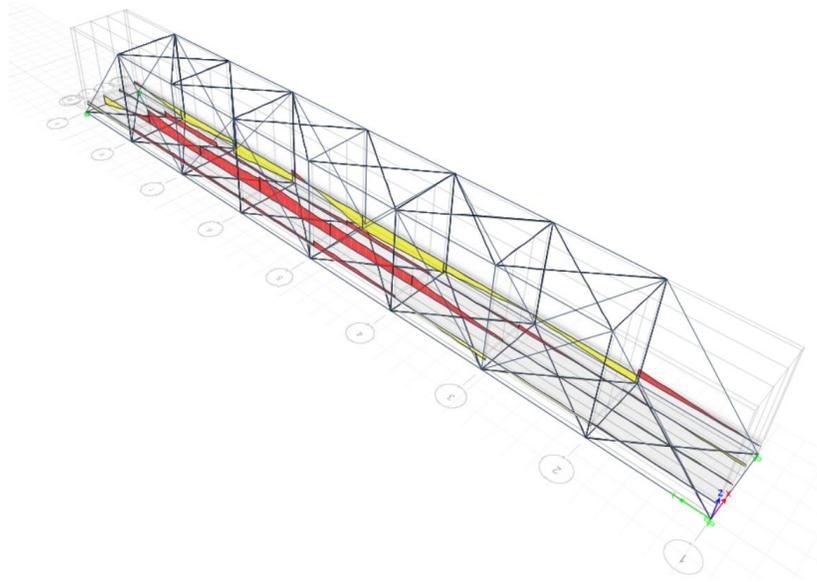
Fuente: Propia, software ETABS 2016.

Figura 20. Vista De Las Cargas Vivas Uniformemente Distribuidas



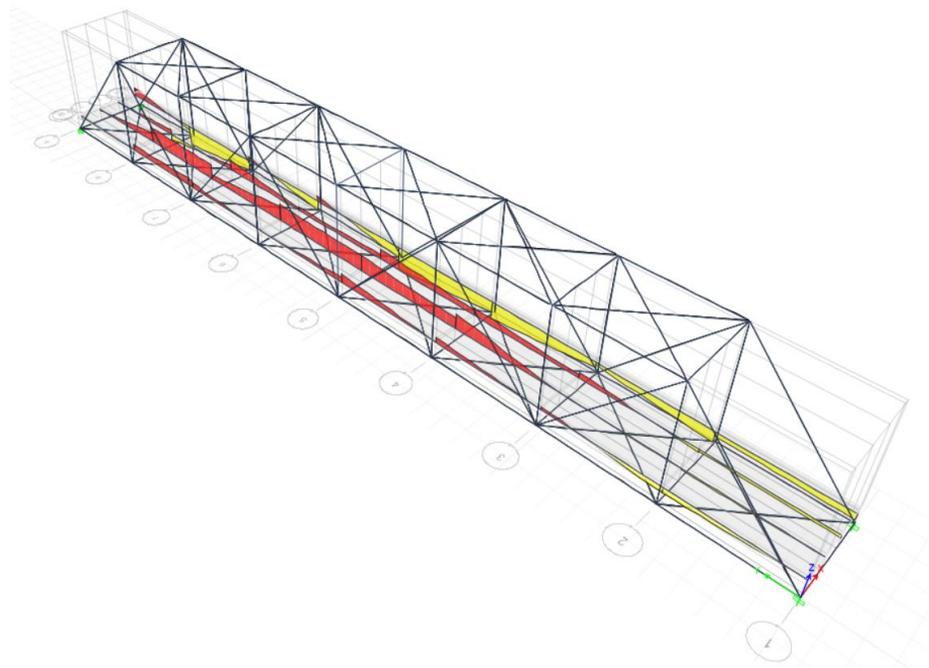
Fuente: Propia, software ETABS 2016.

Figura 21. Posibles Deformaciones Por Cargas Axiales Viva



Fuente: Propia, software ETABS 2016.

Figura 22. Posibles Deformaciones Por Cargas Axiales Muertas



Fuente: Propia, software ETABS 2016.

En las figuras 18 y 19 se muestra como quedan distribuidas las cargas vivas y muertas, las cuales han sido asignadas a las vigas longitudinales y, las riostras quienes transfieren las cargas de manera eficiente. Las figuras 20 y 21 muestran el diagrama de momentos que se generan en las vigas que están recibiendo la carga del puente, estos son de cargas muertas y cargas vivas respectivamente.

El puente no presenta grandes desplazamientos ni grandes deformaciones dado que está en buen estado, aunque es necesario resaltar, que en el programa no se analizan los tipos de conexiones donde se evidencia el mayor problema por la corrosión y tipos de materiales usados de reciclaje, por ejemplo, platinas con huecos de pernos o tornillos, varilla corrugada, entre otros. Esto puede generar esfuerzos concentrados, y no desarrollar una transferencia de cargas adecuada a los cimientos de la estructura.

## 7.2. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

Figura 23. Toma de datos Esclerometría



Fuente: propia

Tabla 4. Sentido Dosquebradas - Pereira 0m

ESCLEROMETRO 1	
DATOS	
1	34
2	39
3	30
4	30
5	21
6	27
7	24
8	23
<b>PROMEDIO</b>	28.50
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	28
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	22 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 5. Sentido Dosquebradas - Pereira 6m

<b>ESCLEROMETRO 2</b>	
<b>DATOS</b>	
1	24
2	20
3	28
4	29
5	31
6	27
7	23
8	30
<b>PROMEDIO</b>	26.50
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	27.43
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	21 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 6. Sentido Dosquebradas - Pereira 12m

<b>ESCLEROMETRO 3</b>	
<b>DATOS</b>	
1	21
2	29
3	29
4	25
5	23
6	25
7	35
8	30
<b>PROMEDIO</b>	27.13
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	28.00
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	22 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 7. Sentido Dosquebradas - Pereira 18m

<b>ESCLEROMETRO 4</b>	
<b>DATOS</b>	
1	24
2	29
3	27
4	28
5	26
6	32
7	33
8	27
<b>PROMEDIO</b>	28.25
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	24.43
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	17.5 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	4

Fuente: propia

Tabla 8. Sentido Dosquebradas - Pereira 24m

<b>ESCLEROMETRO 5</b>	
<b>DATOS</b>	
1	23
2	33
3	26
4	29
5	28
6	29
7	31
8	29
<b>PROMEDIO</b>	28.50
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	28.50
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	22.5 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 9. Sentido Dosquebradas - Pereira 30m

<b>ESCLEROMETRO 6</b>	
<b>DATOS</b>	
1	27
2	23
3	22
4	24
5	27
6	23
7	25
8	25
<b>PROMEDIO</b>	24.50
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	24.50
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	17.5 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	4

Fuente: propia

Tabla 10. Sentido Dosquebradas - Pereira 36m

<b>ESCLEROMETRO 7</b>	
<b>DATOS</b>	
1	33
2	28
3	28
4	25
5	27
6	30
7	22
8	30
<b>PROMEDIO</b>	27.88
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	27.88
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	22 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 11. Sentido Dosquebradas - Pereira 42m

<b>ESCLEROMETRO 8</b>	
<b>DATOS</b>	
1	25
2	30
3	24
4	19
5	23
6	22
7	21
8	20
<b>PROMEDIO</b>	23.00
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	22
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	14 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	4

Fuente: propia

Tabla 12. Estribo lado izquierdo Pereira - Dosquebradas

<b>ESCLEROMETRO 9</b>	
<b>DATOS</b>	
1	30
2	37
3	43
4	35
5	34
6	31
7	33
8	31
<b>PROMEDIO</b>	34.25
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	33.86
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	29 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 13. Estribo lado Derecho Pereira – Dosquebradas

<b>ESCLEROMETRO 10</b>	
<b>DATOS</b>	
1	37
2	40
3	41
4	41
5	38
6	31
7	30
8	29
<b>PROMEDIO</b>	35.88
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	36.86
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	34 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	6

Fuente: propia

Tabla 14. Andén lado derecho Pereira – Dosquebradas

<b>ESCLEROMETRO 11</b>	
<b>DATOS</b>	
1	35
2	36
3	46
4	38
5	32
6	32
7	41
8	38
<b>PROMEDIO</b>	37.25
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	36.00
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	33 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	6

Fuente: propia

Tabla 15. Andén lado Izquierdo Pereira – Dosquebradas

<b>ESCLEROMETRO 12</b>	
<b>DATOS</b>	
1	40
2	36
3	34
4	43
5	41
6	39
7	43
8	36
<b>PROMEDIO</b>	39.00
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	39.00
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	37 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	6

Fuente: propia

Tabla 16. Andén lado derecho Dosquebradas – Pereira

<b>ESCLEROMETRO 13</b>	
<b>DATOS</b>	
1	31
2	24
3	35
4	23
5	27
6	37
7	26
8	26
<b>PROMEDIO</b>	28.63
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	27.71
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	22 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 17. Estribo lado derecho Dosquebradas – Pereira

<b>ESCLEROMETRO 14</b>	
<b>DATOS</b>	
1	27
2	22
3	29
4	26
5	39
6	32
7	37
8	26
<b>PROMEDIO</b>	29.75
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	28.00
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	22 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 18. Andén lado izquierdo Dosquebradas – Pereira

<b>ESCLEROMETRO 15</b>	
<b>DATOS</b>	
1	23
2	35
3	32
4	23
5	31
6	27
7	37
8	31
<b>PROMEDIO</b>	29.88
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	31.20
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	26 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	5.5

Fuente: propia

Tabla 19. Estribo lado izquierdo Dosquebradas – Pereira

<b>ESCLEROMETRO 16</b>	
<b>DATOS</b>	
1	25
2	38
3	39
4	28
5	38
6	41
7	27
8	37
<b>PROMEDIO</b>	34.13
<b>NUEVO PROMEDIO</b>	38.00
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	36 Mpa
<b>DISPERSIÓN</b>	6

Fuente: propia

Las últimas tres pruebas se desprecian ya que en la norma INVIAS 413 – 13 dice que si en una prueba tres o más datos se descartan, se debe repetir la prueba hecha.

Figura 24. Lectura de datos



Fuente: propia

## 8. SOLUCIONES A LOS DIFERENTES PROBLEMAS QUE PRESENTA EL PUENTE LA ESNEDA

A lo largo de los 30 años que tiene de existencia este puente en esta zona, se han hecho algunos refuerzos por parte de la misma comunidad que al ver que el ente gubernamental encargado no se hace responsable del mantenimiento, ellos mismos lo hacen para evitar el deterioro de este.

Figura 25. Refuerzos de la comunidad



Fuente: propia

En general el puente La Esneda se encuentra en un buen estado, con deterioros normales del paso del tiempo, aunque se recomienda al ente gubernamental al

que pertenece este hacerle mantenimiento preventivo constantemente, se plantea hacer un reforzamiento bajo las siguientes fases:

Figura 26. Deterioros del tiempo en la estructura metálica



Fuente: propia

## **FASE 1. Estudio de cargas y ensayos**

- Hacer un estudio de las cargas que actúan sobre el puente La Esneda (cargas vivas, cargas muertas, cargas de viento y demás cargas que puedan alterar el buen funcionamiento del mismo.
  
- Realizar los siguientes ensayos al puente La Esneda:
  - Extracción de núcleos a la losa y estribos de concreto para conocer la carbonatación del concreto y la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta la norma INVIAS – E 418-7.
  
  - Ensayos de ultrasonido, para conocer la profundidad de las grietas y calidad del concreto, según la NTC-2034, ASTM E 114-10.
  
  - Regata, con el fin de hacer un ensayo electroquímico a las varillas.
  
  - Esclerómetro a la losa
  
  - Se necesita saber en qué estado se encuentran los diferentes perfiles usados en la estructura metálica del puente.

## **FASE 2. Rediseño de la estructura**

Se realiza la modelación del puente La Esneda en el software ETABS 2016 para simular su comportamiento estructural ante posibles cargas que sobrepasen la carga para el que fue diseñado.

## **FASE 3. Intervención de la estructura**

**Reforzamiento de estructura metálica.** Cambiando uniones que tienen corrosión para evitar que esta se siga propagando, rectificar las partes que tienen soldadura para que esta funcione de manera óptima y por último aplicar algún epóxico que cubra y proteja esta estructura metálica.

**Reforzamiento de la capa de rodadura.** Verificar en que partes de la losa de concreto se encuentran descubiertas las varillas del acero de refuerzo y en que parte se encuentran los pequeños huecos para hacer un pequeño resane y así evitar futuros daños mayores.

#### **FASE 4. Efectuar un plan de mantenimiento**

**Anticorrosivo y capa impermeabilizante.** Se debe aplicar un anticorrosivo y capa impermeabilizante en toda la estructura metálica.

**Vegetación.** Hacer uso de la presión (hidro-lavadora) para realizar un lavado que permita eliminar la vegetación.

**Iluminación.** Instalar reflectores que brinden mayor visibilidad en horas de la noche.

**Señalización.** Instalar señal de uso del puente peatonal y prohibido tránsito de vehículos.

## 9. CONCLUSIONES

El puente La Esneda se puede deducir que se encuentra generalmente en buen estado, ya que tanto su estructura metálica como sus cimientos y losa de concreto se encuentran en un buen estado, aun sabiendo que el mantenimiento que se le hace al mismo es muy poco.

El puente La Esneda tiene un tránsito parejo entre peatones y vehículos, porque aun siendo vehicular el puente peatonal más cercano está en muy mal estado y se encuentra un poco retirado para las personas que residen en las partes aledañas al puente La Esneda.

El puente La Esneda cuenta con una pobre iluminación y señalización de tránsito, lo que lo hace un poco peligroso tanto para el tránsito de peatones como de vehículos.

Como el puente La Esneda no cuenta con señalización de tránsito, por allí transita toda clase de vehículo sin tener en cuenta que este admite cierta cantidad de carga, colocando en riesgo la salud de quien lo hace.

Aunque los habitantes del sector de la Esneda cuentan con varias opciones para llegar a su hogares, muchas veces prefieren hacer uso de este puente, ya que es el que se encuentra en mejor estado.

## **10.RECOMENDACIONES**

Se recomienda hacer un estudio más a fondo con diferentes ensayos de laboratorio que verifiquen el estado del puente más a fondo aunque con inspección visual que se hizo se concluyó que el puente goza de propiedades estructurales en buen estado, aunque con un poco de falta de mantenimiento, es por esto que también se recomienda hacer un cronograma de inspecciones visuales con personal competente y mantenimiento de manera periódica para así llevar un eficaz control de las diferentes intervenciones que se le hacen al puente.

Se recomienda también hacer un estudio de costo – beneficio para hacer la instalación de una iluminación adecuada y además hacer un sistema de señalización óptimo para que no transiten por aquí los vehículos que excedan el peso máximo admisible del puente.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Aportes INGECIVIL. [En línea]. Descargar ETABS 2016 v16, descripción software, 2017. <http://aportesingecivil.com/descargar-etabs-2016-v16/> [Citado el: 26 de junio de 2018]

Apuntes Ingeniería Civil. Definición De Puentes [En línea] Apuntes Ingeniería Civil, 2017. <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com.co/2010/10/definicion-de-puentes.html> [Citado el: 07 de mayo de 2018.]

Camino Al Barrio. [En línea] “Barrio La Esneda” Sinopsis de una comunidad progresista y humana. <http://caminoalbarrio2.blogspot.com/2009/12/barrio-la-esneda-sinopsis-de-una.html> [Citado el: 17 de julio de 2018]

Certicalia. [En línea] Daños Estructurales más comunes en un edificio. <https://www.certicalia.com/blog/danos-estructurales-mas-comunes-en-un-edificio> [Citado el: 26 de junio de 2018]

Chacao. CIGIR (Centro de investigación en Gestión integral de Riesgos). [En línea] Patologías en las edificaciones Módulo III – Sección IV, 2019. [http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad\\_archivos/04\\_patologias\\_en\\_las\\_edificaciones.pdf](http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf) [Citado el: 26 de junio de 2018]

Concepto Definición. Definición de concreto. [En línea] Concepto definición, 2015. <http://conceptodefiniion.de/concreto/> [Citado el: 25 de junio de 2018]

Concreto Informática. Definición de concreto. [En línea] Concreto definición, 2012. <http://concretoinformatica.blogspot.com/2012/10/definicion-del-concreto.html> [Citado el: 25 de junio de 2018]

Curso Evaluación Patológica De Estructuras. (2017, México). Memorias, División de Educación Continua y a Distancia de la Facultad de Ingeniería. [Citado el: 25 de junio de 2018]

Laboratorio De Ingeniería Sísmica Universidad De Costa Rica. [En línea] Blog, noticias, informes, actualización e información en general. [Citado el: 26 de junio de 2018] <http://www.lis.ucr.ac.cr/25>

Libro De Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de Ávila, Ingeniería Técnica de Topografía [En línea], artículo PDF. <http://ocw.usal.es/enseanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf> [Citado el: 24 de junio de 218]

Ministerio De Transporte. Manual Para Inspección Visual De Puentes Y Pontones. [Artículo en archivo PDF] Colombia, Bogotá D.C., octubre de 2006. Ministerio De Transporte Instituto Nacional De Vías. [Citado el: 29 de junio de 2018]

QuimiNet. [En línea]. Conozca las mejores estructuras de acero, 2012. [https://www.quiminet.com/articulos/conozca-las-mejores-estructuras-de-acero-2853310.htm?mkt\\_source=22&mkt\\_medium=2377848135&mkt\\_term=66&mkt\\_content=&mkt\\_campaign=1](https://www.quiminet.com/articulos/conozca-las-mejores-estructuras-de-acero-2853310.htm?mkt_source=22&mkt_medium=2377848135&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1) [Citado el: 26 de junio de 2018]

Scribd. Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales [En línea]. Artículo subido febrero 06, 2014. <https://es.scribd.com/document/205146875/Un-puente-es-una-estructura-destinada-a-salvar-obstaculos-naturales> [Citado el: 07 de mayo de 2018]

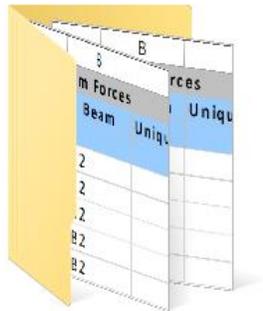
Slideshare. [En línea]. Estructuras metálicas, autores, Anthony Ken Valencia – Abraham Veramendi Vidal – Cristhian Ivan Torres, 2014. <https://es.slideshare.net/ztaz/estructuras-metalica> [Citado el: 26 de junio de 2018]

UNIVERSITAT POMPEU FABRA. [En línea]. La investigación cualitativa – Sesión  
Formativo Doctorado – 5 Noviembre de 2012.  
[https://www.upf.edu/documents/4187012/7420405/La\\_investigacion\\_cualitativa.pdf  
/cd354f9a-8108-39f2-e6ab-501e2ba89736](https://www.upf.edu/documents/4187012/7420405/La_investigacion_cualitativa.pdf/cd354f9a-8108-39f2-e6ab-501e2ba89736) [Citado el: 26 de junio de 2018]

## 12. ANEXOS

### Anexo A.

Corresponde a las tablas exportadas a Excel del modelado del puente en el software ETABS 2016. Contiene 6 archivos.



Anexo A. TABLAS EXCEL DE ETABS

### Anexo B.

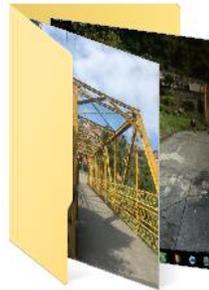
El anexo B, contiene el modelado de El Puente La Esneda en el software ETABS 2016.



Anexo B. MODELO ETABS

### **Anexo C.**

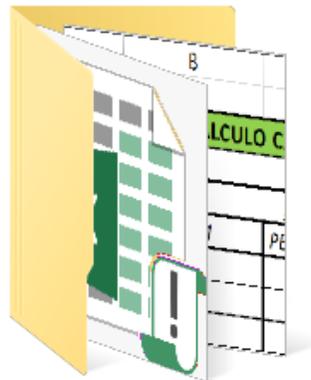
El anexo C, contiene las fotos tomadas y usadas para la inspección visual realizada a El Puente La Esneda.



Anexo C. FOTOS PUENTE LA ESNEDA

### **Anexo D.**

El anexo D, contiene las tablas de Excel realizadas para tener la información de la manera más didáctica y de fácil interpretación posible.



Anexo D. TABLAS EXCEL

## **Anexo E.**

El anexo E, contiene los dibujos de las secciones de la estructura metálica, realizados en COREL DRAW 2017.



Anexo E. DIBUJOS SECCIONES DE  
ESTRUCTURA METALICA