



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO,  
DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA,  
DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR(A):**

**BACH. PERCY WILLIAM ALZAMORA ROMAN**

**ASESOR(A):**

**MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ**

**PIURA – PERÚ**

**2018**

## **2. FIRMA DE JURADO Y ASESOR:**

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia

Presidente

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

Miembro

Ing. Orlando Valeriano Suarez Elías

Miembro

Mgtr. Carmen Chilon Muñoz

Asesor

### **3. AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA**

#### **3.1. AGRADECIMIENTO**

Me gustaría extender mi agradecimiento a todas las personas que contribuyeron en el desarrollo de la presente tesis.

A los Ingenieros, a los asesores por la ayuda y colaboración que recibí en el proceso de elaboración y realización de la tesis.

A mis compañeros de la facultad de Ingeniería Civil que me ayudaron en la contante superación personal

A la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, por permitir seguir esta línea de investigación y así contribuir a la sociedad.

### **3.2. DEDICATORIA**

La presente tesis va dedicada primero a Dios.

En segundo lugar a mis padres, hermanos e hija por la motivación y apoyo constante.

## 4. RESUMEN Y ABSTRACT

### RESUMEN

Esta tesis lleva por título: **DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018**, con un objetivo principal de: **Determinar y evaluar las patologías del puente Sojo**, para llegar a cumplir este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos: **Identificar y determinar las patologías existentes en el puente Sojo tipo mixto**. La metodología empleada para evaluar el puente fue designar porcentaje de daños por cada grado de severidad como lo indica el manual de inspección y evaluación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del año 2008, luego de esta evaluación se haya la condición general del puente en este caso nos dio un valor de 2.59, llegando a la conclusión: El Puente Sojo se encuentra según los rangos de condición en estado Regular; como recomendación dar mantenimiento preventivo y periódico a toda la estructura de Puente Sojo.

**Palabras claves:** *Puente, determinación, evaluación, patologías y condición de servicio*

## **ABSTRACT**

This thesis is titled: **DETERMINATION AND EVALUATION OF THE PATHOLOGIES OF THE MIXED TYPE SOYBEAN BRIDGE, DISTRITO DE SOJO, SULLANA PROVINCE, PIURA DEPARTMENT, AUGUST 2018**, with the main objective of: To determine and evaluate the pathologies of the Sojo bridge, to arrive To meet this objective, the following specific objectives were proposed: Identify and determine the existing pathologies in the mixed type Sojo bridge. The methodology used to evaluate the bridge was to designate the percentage of damages for each degree of severity as indicated in the Ministry of Transportation and Communications' inspection and evaluation manual for 2008, after this evaluation the general condition of the bridge in this case gave us a value of 2.59, reaching the conclusion: The Sojo Bridge is located according to the condition ranges in the Regular state; as a recommendation to give preventive and periodic maintenance to the entire Puente Sojo structure.

**Key words:** *Bridge, determination, evaluation, pathologies and service condition*

## **5. CONTENIDO**

<b>1. Título de la tesis</b> .....	<b>i</b>
<b>2. Hoja de firma del jurado y asesor</b> .....	<b>ii</b>
<b>3. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria</b> .....	<b>iii</b>
<b>4. Resumen y abstract</b> .....	<b>v</b>
<b>5. Contenido</b> .....	<b>vii</b>
<b>6. Índice de gráficos, tablas y cuadros</b> .....	<b>x</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Revisión de la literatura</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Marco teórico</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1.1. Antecedentes</b> .....	<b>4</b>
<b>a) Antecedentes Internacionales</b> .....	<b>4</b>
<b>b) Antecedentes Nacionales</b> .....	<b>7</b>
<b>c) Antecedentes Locales</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.1. Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 “Manual de Diseño de Puentes”</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.2. Guía para la inspección, evaluación y mantenimiento de puentes</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.3. Ficha guía para la evaluación de los daños de puente</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3. Marco conceptual</b> .....	<b>34</b>
<b>2.3.1. Puentes</b> .....	<b>34</b>
<b>a) Definición</b> .....	<b>34</b>
<b>b) Estudios generales de un puente</b> .....	<b>35</b>
<b>c) Elementos de un puente</b> .....	<b>36</b>

d) Tipología de puentes .....	40
2.3.2. Evaluación e inspección de puentes .....	45
a) Definición .....	45
b) Tipos de inspección .....	46
2.3.3. Patologías o daños en puentes .....	47
a) Definición .....	47
b) Tipo de patologías .....	48
• Lesiones físicas .....	48
• Lesiones mecánicas .....	48
• Lesiones químicas .....	49
c) Tipología de patologías según el material del elemento .....	49
III. Hipótesis .....	55
IV. Metodología .....	56
4.1. Diseño de la investigación .....	56
4.2. Población y muestra .....	59
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores .....	60
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	60
4.5. Plan de análisis .....	61
4.6. Matriz de consistencia .....	62
4.7. Principios éticos .....	63
V. Resultados .....	64
5.1. Resultados .....	64
5.2. Análisis de resultados .....	80
VI. Conclusiones .....	89

<b>Aspectos complementarios .....</b>	<b>90</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>91</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>95</b>

## **6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS**

### **GRÁFICOS**

<b>Graf. 01 Frecuencia de patología y porcentaje de afectación .....</b>	<b>79</b>
<b>Graf. 02 Patologías encontradas-Losa de concreto armado .....</b>	<b>80</b>
<b>Graf. 03 Patologías encontradas-Vigas principales de acero .....</b>	<b>80</b>
<b>Graf. 04 Patologías encontradas-Arriostres de acero .....</b>	<b>81</b>
<b>Graf. 05 Patologías encontradas-Estribo de concreto armado .....</b>	<b>81</b>
<b>Graf. 06 Patologías encontradas-Capa de asfalto .....</b>	<b>82</b>
<b>Graf. 07 Patologías encontradas-Vereda de concreto .....</b>	<b>82</b>
<b>Graf. 08 Patologías encontradas-Apoyo fijo de neopreno .....</b>	<b>83</b>
<b>Graf. 09 Patologías encontradas Apoyo deslizante de neopreno .....</b>	<b>83</b>
<b>Graf. 10 Patologías encontradas-Losa de concreto armado .....</b>	<b>84</b>
<b>Graf. 11 Patologías encontradas-Losa de concreto armado .....</b>	<b>84</b>

### **TABLAS**

<b>Tabla 01 Rango de Condición de servicio .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 02 Elementos del puente Sojo .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 03 Matriz de coherencia o consistencia .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 04 Datos generales del puente .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 05 Losa/UM-01 .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 06 Vigas principales de acero estructural/UM-02.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 07 Arriostres de acero/UM-03 .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 08 Elevación de cuerpo de estribo/UM-04 .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 09 Capa de asfalto/UM-05 .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 10 Vereda de concreto/UM-06 .....</b>	<b>71</b>

<b>Tabla 11 Apoyo fijo de neopreno/UM-07 .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 12 Apoyo deslizante de neopreno/UM-08 .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 13 Planchas deslizantes/UM-09.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 14 Barandas de acero/UM-10.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 15 Condición estadística de los elementos.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 16 Resumen de patologías .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 17 Frecuencias de patologías.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 18 Relación de elementos conformantes de un puente y factor de importancia.....</b>	<b>95</b>

## **FIGURAS**

<b>Fig. 01 Acceso al puente Sojo longitud 50.00m .....</b>	<b>107</b>
<b>Fig. 02 Vista del puente Sojo.....</b>	<b>107</b>

## INTRODUCCIÓN

Los puentes son obras de artes que surgieron con la civilización misma, puesto que desde el momento que alguien uso un elemento para poder salvar o atravesar un río o lago, se puede decir que empezó la historia de los puentes.

Con el pasar de los años y el crecimiento de las ciudades, los puentes se convirtieron en una de las soluciones y componentes principales para el desarrollo de estas y del país en general puesto que crean enlaces urbanísticos, sociales y económicos, es por ello que es necesario que sus elementos se encuentren en óptimas condiciones estructurales y físicas. Sin embargo con el transcurrir el tiempo y al estar expuestos a factores externos estos los deterioran comprometiendo su capacidad y funcionamiento de la estructura llegando casi al colapso total o parcial de esta.

Desde muchos siglos atrás surgió la gran idea sobre la restauración de puentes, luego surgieron manuales que han ido mejorando a lo largo del tiempo, en la actualidad en el Perú se utiliza el Manual de Inspección, Evaluación y Mantenimiento de puentes aplicando las fichas elaboradas para el Sistema Computarizado de Puentes (SCAP), este manual tiene sus últimas modificaciones en el año 2008 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el fin de que este manual permita conocer los grados de deterioro que pueden presentar cada elemento que constituye el puente.

Teniendo conocimiento de estos antecedentes surgió la motivación de realizar esta investigación teniendo en cuenta que en el departamento de Piura existen diversos tipos de puentes, en este se inspeccionará y evaluará el Puente Sojo tipo mixto, situado en el Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. El antiguo puente Sojo fue destruido a consecuencia del Fenómeno El Niño de 1998, por lo que se vieron en la necesidad de construir un nuevo puente para el año 2000

contado esta estructura con un aproximado de 18 años de antigüedad el nuevo puente Sojo cuenta con una longitud total de 50.00 m con alineamiento recto en sus 2 vías, en la cual se han presentado diversas patologías. El cual se inspeccionó y se tomó datos para diagnosticar e identificar los tipos de patologías con el fin de responder la pregunta de investigación planteada: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, nos permitirá obtener el grado de deterioro y su condición de servicio actual?

Para lograr dar respuesta a la interrogante tenemos que cumplir con ciertos objetivos los cuales son:

- Determinar y evaluar las patologías del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.

Y para llegar a cumplir el objetivo debemos cumplir con estos objetivos específicos que se plantean a continuación:

- Identificar los tipos de patologías del puente Sojo tipo mixto.
- Determinar la patología con mayor porcentaje en la estructura del puente Sojo tipo mixto.
- Obtener el nivel de severidad y la condición de servicio de la estructura del puente Sojo tipo mixto.

Estos objetivos nos servirán para diagnosticar y evaluar cualitativamente el estado de afectación actual de la estructura y cada uno de sus elementos conformantes. La metodología empleada para la evaluación del puente Sojo es la establecida en el Manual de inspección, evaluación y mantenimiento del Ministerio de transportes la cual se basa en la inspección visual de todos los elementos conformantes del puente

otorgándole porcentajes por cada grado de deterioro, para una mejor evaluación se utilizó un formato similar a las fichas SCAP para el procesamiento de los datos.

La presente tesis está justificada por la necesidad de conocer cuál es esta condición de servicio y estado actual de la estructura del puente Sojo, esta información es de mucha utilidad y las recomendaciones que se puedan dar serán determinantes para mitigar los daños presentes en el puente.

Es necesario que los ingenieros que estén dedicados al diagnóstico patológico y a la evaluación de puentes cuenten con antecedentes, esta evaluación se hizo con la finalidad de que estos datos obtenidos sirvan como antecedentes y base de datos futuras evaluaciones a puentes de la comunidad y así gobierno correspondiente tome las medidas correctivas y preventivas necesarias, estudiando y comparando la funcionabilidad de este tipo de estructuras bajo determinadas condiciones.

Todo esto es de suma importancia para la mejora continua y el desarrollo socio-económico de la población de Sojo, puesto que tendrán un informe visual detallado de las patologías encontradas llegando con esto a la conclusión que la actual condición de servicio del puente Sojo nos arrojó un valor de 2.59 ubicándolo en un estado REGULAR.

La presente servirá como base de datos para las comunidades, municipios y gobiernos actuales, para que de esta manera se tomen las medidas correctivas necesarias, estudiando y comparando la durabilidad de este tipo de estructuras bajo determinadas condiciones de servicio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. ANTECEDENTES

##### a) Antecedentes internacionales:

#### **IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN Puentes DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES**

**Tadeu M., Nilson - Lenz S., Artur (2011)** <sup>(1)</sup> La preocupación con un gran número de puentes con importantes problemas patológicos fue el factor de motivación para llevar a cabo esta investigación. Puentes de tamaños mediano y pequeño tienen relevancia significativa en el desarrollo económico social del país, pues deben garantizar el tránsito de personas, vehículos, materias primas y productos locales. Sin embargo, las precarias condiciones de los puentes en zonas urbanas y rurales hacen difícil el desplazamiento, causando incomodidad e inseguridad para los usuarios. Por otro lado, los costos de transporte para los productores y el mantenimiento para los gobiernos locales continúan aumentando. Este artículo tiene la intención de evaluar las condiciones de conservación de puentes pequeños y medianos en la región urbana y rural de Campinas (SP)-Brasil. Así, este estudio se basa en el análisis de cuatro puentes de esta región, en los que se presentan varios ejemplos sobre el terreno de las manifestaciones patológicas en puentes de concreto, acero y madera. Este artículo también se centra en el diseño de puentes y la relación con su estado patológico estableciendo conceptos que podrían aplicarse al método

correctivo y a la identificación de la patología en puentes de concreto, acero y madera. Por último, el objetivo es concluir que la forma más adecuada para evitar un estado patológico es el mantenimiento preventivo.

## **ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS FÍSICAS DE PUENTES VEHICULARES EN CONCRETO EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO**

**Panqueva R., Jhon E. (2015)** <sup>(2)</sup> El propósito de evaluar los diferentes problemas causantes de las patologías físicas presentes en los puentes vehiculares de la localidad de Chapinero, como lo son:

- La humedad, la erosión, la suciedad y el hormiguo

Realizando un análisis detallado de las causas probables de estos efectos.

Para diagnosticar el efecto causado en los puentes se realizó un análisis detallado de las patologías observadas en conjunto con el trabajo de grado de los estudiantes Diego Andrés Acuña y Camilo Andrés Veloza; con el objetivo de generar un mapa de zonificación de la presencia de carbonatación y la inclusión de las patologías físicas, mecánicas y químicas en los puentes vehiculares de la ciudad de Bogotá D.C.

Del mismo modo, se presentará una revisión bibliográfica en el lapso de tiempo comprendido entre el 29 de julio y el 11 de noviembre del año 2015, antecedentes e investigaciones ejecutadas por el IDU como entidad a nivel local, INVIAS a nivel nacional y otras entidades a

nivel mundial, determinando técnicas y estudios del estado del arte de patologías físicas utilizados en Colombia y el mundo actualmente.

## **EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO, PATOLOGÍA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA**

**Serpa I., María F.- Samper P., Lina M. (2014)** <sup>(3)</sup> En el presente estudio se realizó una evaluación cualitativa y diagnóstico patológico del estado del puente sobre el caño “El Zapatero” frente a la escuela naval Almirante Padilla de Cartagena de Indias, justificado por su importancia por ser el único acceso terrestre que va de la ciudad de Cartagena hacia la isla de Manzanillo. En esta investigación se identificó, localizó y caracterizó las patologías presentes en el puente, con el fin de diagnosticar el estado actual de dicha estructura desde el punto de vista ingenieril.

Se encontraron elementos con necesidad de un mantenimiento urgente para lograr su rehabilitación como es el caso de la capa de rodadura que presenta un desgaste del 100% por lo que se encuentra el agregado grueso a la vista, barandas y pendolones que presentan corrosión y oxidación en un 81% y 73%, respectivamente. También se encontraron daños menores como desportillamiento de bordillos, desgaste en juntas y falta de iluminación, entre otros. Esta estructura a sus 18 años de edad se encuentra en buen estado, los autores consideran que los problemas y patologías que presenta son por falta

de mantenimiento y en algunos casos como el de la iluminación por descuido o víctima del mal uso y robo por parte de habitantes de la zona. En cuanto a la resistencia del concreto, la carbonatación y el espesor de recubrimiento de sus componentes estructurales se puede decir que se encuentra en óptimo estado sin riesgo de un colapso inminente por una falla estructural.

**b) Antecedentes nacionales:**

**NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO “PUENTE ORELLANA” –JAÉN– PERÚ – 2013**

**Moreno R., Artidoro (2013)** <sup>(4)</sup> La investigación se llevó a cabo mediante una evaluación estructural de campo, este procedimiento técnico fue obtenido de la Guía para la Inspección de Puentes del MTC. La recopilación de la información fue en formatos ya establecidos para este tipo de evaluación estructural, tanto rutinaria como inspección visual general, finalizada la etapa de campo se procedió a procesar los datos obtenidos con información recopilada, para de esta manera determinar el nivel de deterioro en la estructura, luego de procesar e interpolar los resultados obtenidos se determinó el índice de condición del puente,  $ICP=3.16$ ; esto debido a la gran cantidad de daños presentes en la estructura como son; agrietamientos, baches, desgaste debido al incremento de tráfico, falta de recubrimiento, deformaciones, corrosión de elementos de acero, falta de juntas en el pavimento, socavación y erosión. Por lo que se concluyó que la estructura y sus obras complementarias, presentan un

ESTADO REGULAR, y que se deben tomar medidas de mantenimiento y conservación para prevenir posibles daños e incluso el colapso de la estructura.

La justificación básica que llevo a desarrollar la presente investigación, fue la necesidad de dar solución a la problemática existente en el Puente Orellana, esto debido a que no se ha realizado ninguna inspección y mucho menos un mantenimiento del mismo, por lo tanto, el presente estudio resulta necesario, debido a que los resultados obtenidos permitirán conocer científicamente los deterioros existentes en el Puente Orellana de la ciudad de Jaén

Finalmente, el aporte de la presente investigación será facilitar información que permita la toma de decisiones orientadas a mantener la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura; Luego de esta investigación se contará con elementos de consulta para futuras investigaciones. El problema de esta investigación estuvo referido a ¿cuál es el nivel de deterioro estructural en el "Puente Orellana"?; en tal sentido se mencionó como hipótesis que el nivel de deterioro del "puente Orellana" es alto.

La investigación comprendió la' evaluación a la estructura del "Puente Orellana", existente en la Ciudad de Jaén, Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, en el periodo comprendido Febrero - Abril del 2013. La investigación del presente estudio está limitada solo para la estructuración evaluada por lo que los resultados obtenidos no pueden generalizarse a otras estructuras.

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- El nivel de deterioro estructural del Puente de Concreto "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el índice de Condición de la Estructura, el mismo que determino el estado actual del Puente como, ESTADO REGULAR con un  $ICP=3.16$ .
- El deterioro presente en el puente de concreto "Puente Orellana", que viene afectando la capacidad y la serviciabilidad del elemento está constituido por los daños:  
  
Acero: corrosión genera, grietas de fatiga sin afectar zonas críticas, falta de juntas.  
  
Concreto: agrietamiento general, pérdida de recubrimiento o delaminación moderada tanto en losa como en vigas.
- El nivel de deterioro de la superestructura "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el índice de Condición de la superestructura, el mismo que determino el estado actual como, ESTADO REGULAR con un  $ICP=3.16$ ; la superestructura comprende las vigas principales y el tablero.
- El nivel de deterioro de la subestructura "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el índice de Condición de la subestructura, el mismo que determino el estado actual como,

ESTADO REGULAR con un ICP=3.31; la subestructura comprende los estribos y pilares, así como las cimentaciones.

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANCHARÁ DE TIPO VIGA-LOSA, EN EL RÍO PONGORA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, REGIÓN AYACUCHO, MARZO – 2016**

**Efren A., Rojas (2016)** <sup>(5)</sup> El presente informe de tesis se realizó para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Esta tesis lleva por título “Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.”. Tiene como problema de investigación: ¿En qué medida la Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente?

La metodología de investigación empleada fue descriptiva, cualitativa, no experimental y de corte transversal.

Su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales de dicho puente. La población o universo estuvo conformada por la infraestructura del

puente “Chanchará”, la muestra fue constituida por todos los elementos estructurales del puente, se identificó y cuantificó las patologías por su tipo y severidad, de ese modo se estableció un diagnóstico su estado; se empleó la técnica de la observación y como instrumento de recolección de datos una ficha de inspección, que luego fue procesada.

Concluyéndose que el 60.46 % de los componentes en los elementos en estudio presentan patologías, siendo las de mayor área eflorescencias, fisuras y erosión por abrasión, y la patología de mayor peligrosidad la socavación. Por lo tanto el nivel de severidad del puente es 4 por ende el estado actual del puente Chanchará es Muy Malo.

**“LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PUENTE CHILLÓN  
Km. 24+239. CARRETERA PANAMERICANA NORTE  
HABICH – INTERCAMBIO VIAL ANCÓN, PARA POSIBLE  
INTERVENCIÓN PREVENTIVA”**

**Sáenz A., Richard (2016)** <sup>(6)</sup> El estudio consiste en una evaluación preliminar de la estructura del puente ubicado sobre el río Chillón en el km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte, con el Objetivo de verificar si la evaluación preliminar del Puente Chillón determina su intervención preventiva, a fin de mantener las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad, asegurando su funcionalidad y garantizando el abastecimiento de la ciudad de Lima a través de los valles de la costa Norte y Oriente del país. La primera etapa tuvo

como propósito la recolección de la información necesaria para lograr un análisis eficiente y cumplir los objetivos del estudio. Se identificó, localizó y caracterizó las patologías presentes en el puente, con el objeto de diagnosticar el estado actual de la estructura del puente desde el punto de vista ingenieril.

La segunda parte del estudio consistió en una revisión bibliográfica, con el fin de proponer recomendaciones para la rehabilitación de la estructura en general. Esto se hizo a partir de los resultados obtenidos en la primera parte del estudio y de las recomendaciones que se encontraron en la literatura para cada problema estructural encontrado.

La estructura del puente se caracterizó a través de la inspección visual detallada y los registros fotográficos tomados en campo, acorde a las recomendaciones que brindó el asesor luego de la inspección preliminar. La recolección de la información para la evaluación preliminar de la estructura se hizo bajo las recomendaciones hechas por la Guía para Inspección de Puentes del MTC, complementándola con el formato de tomas de datos propuesta. Identificados y jerarquizados los puntos claves para el estudio, se procedió con la inspección visual detallada.

Con los resultados obtenidos de la inspección visual detallada se hizo un levantamiento detallado de todas las patologías halladas en el estudio, los cuales tienen indicaciones precisas sobre el nivel de daño, características físicas, tipo de patología, etc. Posteriormente, se realizaron los ensayos no destructivos antes mencionados que

arrojaron los resultados mostrados en el análisis de resultados, y que sirvieron para determinar la resistencia, profundidad de carbonatación y espesor de recubrimiento de los componentes estructurales del puente.

**c) Antecedentes locales:**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PUENTES CARROZABLES DE LA REGIÓN PIURA – 2014: PUENTE BOLOGNESI, PUENTE SÁNCHEZ CERRO, PUENTE INTENDENCIA LUIS A. EGUIGUREN, PUENTE AVELINO CÁCERES 1º, 2º, PUENTE MIGUEL GRAU, PUENTE INDEPENDENCIA, Y LA INFLUENCIA PATOLÓGICA EN SU VIDA ÚTIL. PIURA, MARZO – 2014.**

**Ipanaqué C., Jhonny (2014)** <sup>(7)</sup> Este presente investigación es una tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. El Objetivo general, en el presente proyecto se determinó y evaluó las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la región de Piura y con ello su grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes.

El resultado es la determinación del grado de daño por las patologías de los componentes del Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia de la Región de Piura, en

función a los resultados obtenidos de acuerdo a la guía de inspección para puentes (MTC-Perú); 2006.

Las conclusiones:

- En lo que concierne al pavimento del puente, este presenta desgaste por el continuo tránsito, asimismo, las juntas de expansión de ambos puentes se encuentran en mal estado de conservación.
- Las patologías más incidentes son: grietas, deterioro, deformación, eflorescencia, oxidación, básicamente presentes en los accesorios del puente (barandas, pavimento, junta de expansión, veredas, etc.)

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMON RODRIGUEZ ,CON UNA LONGITUD DE 423.80 MTS, EN EL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA , DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL - 2018.**

**Farfán M., Carlos D. (2018)** <sup>(8)</sup> Esta Investigación , ha tenido como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paíta, Departamento de Piura, el cual nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en dicho puente, En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los

métodos y los tipos de daños que sufre el concreto armado en los elementos estructurales del puente y determinar su rango de clasificación. Esta Investigación incluye una descripción del concreto armado y sus patologías existente, y mostrar los diferentes tipos de deterioros que se presentan en los elementos estructurales de un puente, sus diferentes causas a través de su construcción a lo largo de los años, así mismo se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de Construcción, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso. El estudio de determinación y evaluación consistió en una inspección ocular donde se identificaron las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente. La metodología de la investigación es del tipo, descriptivo, analítico, no experimental y de corte transversal, la cual se utilizó, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es: Recopilación de antecedentes preliminares, estudio de observación, seguimiento y aplicación de la ficha de inspección.

Concluyéndose que el 16.06% de los componentes en los elementos estructurales del puente en estudio, presentan patologías, siendo las patologías que mayor área e incidencia en los elementos, Fisuras, Eflorescencia y Desprendimientos. Obteniéndose así la patología más incidente Fisuras con un porcentaje de 33.05%. Por lo tanto nivel de severidad del puente Simón Rodríguez es Regular (2).

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 “Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016) <sup>(9)</sup>**

El Manual de Puentes brinda las pautas necesarias para el planeamiento, el análisis y el diseño, de puentes carreteros. Se especifican en cada caso los requisitos mínimos, quedando a criterio del ingeniero estructural utilizar los límites más estrictos o complementar estas especificaciones en lo que resulte pertinente.

El Título I del Manual, se refiere a los aspectos de ingeniería básica, que incluyen los estudios; topográficos, hidrológicos e hidráulicos, geológicos, geotécnicos, sísmico, impacto ambiental, tráfico, alternativas de diseño vial, alternativas de anteproyecto y factibilidad; sin los cuales no sería posible desarrollar el proyecto. Estos aspectos tienen singular importancia, más aún por las condiciones muy variadas y a menudo difícilmente impuestas por la geografía y los desastres naturales. El Título II del Manual, presenta los aspectos de diseño que son, en gran parte, una adaptación del AASHTO en su versión LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS del año 2014, Séptima Edición. Asimismo la entidad y/o propietario podrá considerar las actualizaciones de la AASTHO LRFD BRIDGE DESIGN. La AASHTO LRFD, ha sido tradicionalmente las más utilizadas, desde hace más de 70 años, por los profesionales peruanos dedicados al diseño y a la construcción de puentes. En aspectos tales como las sobrecargas de camiones se

mantiene las ideas básicas de las especificaciones AASHTO. La sobrecarga especificada en este Manual corresponde a la denominada AASHTO HL-93.

El formato adoptado para este Manual es el de “Cargas y Resistencias Factoradas” (LRFD), lo que permite la consideración adecuada de la variabilidad tanto en las cargas como en las propiedades de los elementos resistentes. Los puentes se diseñan para satisfacer una serie de condiciones, límite de seguridad y de servicio, todas ellas de igual importancia, teniendo en cuenta, también aspectos constructivos, de posibilidad de inspección, de estética y de economía. El formato LRFD es más racional que el tradicional diseño en condiciones de servicio, lo que explica la tendencia mundial hacia la adopción de códigos en ese formato.

### **2.2.2. GUÍA PARA INSPECCIÓN, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUENTES (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES) (2008) <sup>(10)</sup>**

#### **CAPITULO I:**

#### **GENERALIDADES**

Esta guía ha sido concebida para brindar referencias técnicas estándar, para que las Jefaturas Zonales y los profesionales inspectores de puentes guarden concordancia al realizar la inspección y evaluación de los Puentes y Obras de Arte y para definir los niveles de intervención por implementar.

#### **Objetivo:**

El Objetivo principal del mantenimiento en puentes es:

- Preservar la transitabilidad a nivel de diseño, atendiendo deterioros en elementos estructurales o no estructurales visibles en la calzada de los puentes, que limiten el tránsito fluido, mediante limpieza y reparaciones menores.
- Preservar la vida útil de las estructuras, atendiendo las pérdidas de condiciones de servicio en elementos estructurales o no estructurales del puente, mediante operaciones de limpieza de la estructura de materiales orgánicos y no orgánicos, aplicando refuerzos y reparaciones menores, que eviten reemplazos de elementos.
- Dotar de un entorno no agresivo al puente, mediante aplicación sistemática de roce y limpieza que minimice procesos corrosivos.
- Garantizar menores costos de inversión con la puesta en funcionamiento de un plan de atención oportuna de las estructuras.
- Mantener la seguridad del público usuario en el tránsito sobre puentes.

**Alcances:**

El conjunto de operaciones y trabajos para mantener las características funcionales y resistentes como los que fueron proyectados y construidos los puentes y obras de arte, se dividen en:

**1. Inspección**

2. Evaluación

3. Mantenimiento

## **CAPITULO II.**

### **INSPECCIÓN**

Conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expediente técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado. Para la recopilación de información utilizaremos el formato desarrollado para el Sistema Computarizado de Administración de Puentes – SCAP.

#### **Frecuencia de inspección:**

Cada puente abierto al tráfico debe ser inspeccionado en intervalos preferentemente que no excedan del primer año.

Los componentes bajo agua que no puedan ser evaluados visualmente durante los periodos de estiaje, deberán ser inspeccionados en intervalos que no excedan de 3 años.

La frecuencia, alcance y profundidad de la inspección de puentes generalmente depende de muchos parámetros.

Podemos definir tres clases de inspección:

- **Inspección Rutinaria:**

Realizada cada año o dos como máximo. La inspección será visual y física.

- **Inspección Periódica:**

Realizada cada dos años o cinco máximo.

La inspección será visual y física y eventualmente se contrataran los servicios para realizar ensayos destructivos y no destructivos.

- **Inspección Especial:**

En aquellos puentes que por el grado de daños o deterioros requieren trabajos mayores de rehabilitación (refuerzos) o reemplazos parciales, eventualmente reemplazos totales de elementos.

También están considerados aquellos puentes para atención por emergencia.

La inspección será visual y física y se realizarán ensayos destructivos y no destructivos.

**Herramientas de inspección:**

Como mínimo un inspector necesita tener un flexómetro de 5m, un wincha de 30m, martillo, lija, pala plana, destornillador, navaja, escobilla de alambre, crayola o tiza, linterna, plomada, binoculares, termómetro, correa de seguridad, caja de herramientas.

Otras herramientas son vernier o pie de rey, espejos de inspección, tinte penetrante, nivel de carpintero de 1m, medidor de grietas óptico, medidor de espesor de pintura y caja de primeros auxilios.

**Seguridad durante la inspección:**

Se recomienda que cada inspector trabaje con un ayudante.

Como mínimo un inspector debe contar con:

- chaleco de seguridad,
- casco,
- guantes,
- zapatos punta de acero,
- camisa manga larga,
- pantalones largos y otros.

Adicionalmente puede tener gafas de seguridad, respiradores, guantes, correa de seguridad.

Del mismo modo se dispondrá de la señalización y seguridad vial correspondiente, mediante la colocación de conos, malla de seguridad, etc.

### **CAPITULO III.**

#### **EVALUACIÓN**

Para seguir un procedimiento normalizado de evaluación conforme la metodología del SCAP, se seguirá lo señalado en:

- **Metodología para Evaluación de Puentes - Condición Estadística de los Elementos y del Puente**, donde se describen los pasos a seguir para determinar la condición de cada elemento conformante del puente y con ello determinar la condición global del puente. Estos paso se encuentran descritos en análisis de resultados.
- **Guía para la Evaluación de Daños de Puentes**, donde se establece los daños categorizados para cada elemento de puente.

Culminada la inspección (datos geométricos y de campo), se evaluará la condición de los elementos componentes del puente (daños y deterioros), información que se volcará en las hojas: ***Condición del Puente y Resumen de la Condición del Puente y Recomendaciones***, diseñada en forma tal que en el campo el Inspector puede efectuar una evaluación de la Condición del Elemento que permita definir la Condición Global del Puente según la escala adoptada de estados del 0 al 5.

### **2.2.3. FICHA GUIA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS DE PUENTES (2008) <sup>(11)</sup>**

A continuación se muestra la guía para la evaluación de daños según grado de severidad que pueden presentar los elementos del puente, en este caso solo se mostraran los elementos encontrados en el Puente mixto evaluado: Las categorías y descripciones extremas “0: excelente” y “5: pésima” no están consideradas en la presente guía.

\*(La relación de elementos ver en anexo 11)

#### **Elemento N° 104: Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)**

**Unidad de Descripción:** Losa con Vigas.

Este elemento define a superestructuras tipo losa de concreto reforzado con armaduras sin revestimiento especial.

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial. Puede haber disgregación o

desprendimiento, no mayor de 6mm de profundidad. Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación

2. Puede haber rajaduras menores de 1.5mm de separación.

Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12mm de profundidad del concreto, sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

3. Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación.

Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 20 mm de profundidad, con exposición de armaduras.

Puede haber corrosión en las armaduras, pero con pérdidas de sección menores a 10%, y que no afectan significativamente la capacidad resistente y/o de servicio del elemento.

4. Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 20mm de profundidad, con exposición de las armaduras.

Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero, mayores a 10%, como para exigir un análisis estructural para verificar la capacidad resistente y/o de servicio del elemento.

### **Elemento N° 114: Vigas Principales de Acero Estructural**

**Grupo:** Superestructura

**Sistema de Protección Asociado:** Pintura

**Unidad:** Kg.

**Unidad de Descripción:** Losa con Vigas

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. Pintura en mal estado y oxidación superficial, sin corrosión
2. Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales.

Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal.

Deterioro por impacto, sin afectar la capacidad portante del elemento.

3. Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%, debido a corrosión por picaduras profundas y laminación del acero, pero en áreas delimitadas.

Presencia de rajaduras debido a sobreesfuerzo.

Distorsión limitada del elemento.

Deterioros por impacto con efecto limitado.

Omisión de conexiones no mayor del 10%.

Soldadura defectuosa no mayor del 10%.

No requiere una verificación estructural de su capacidad portante.

4. La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%.

Rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga del material.

Distorsión general, producida por pandeo del elemento.

Deterioro por impacto, afectando la capacidad portante del elemento.

Omisiones de conexiones, mayor del 10%.

Soldadura defectuosa, mayor del 10%.

**Elemento N° 117: Arriostres de Acero**

**Grupo:** Superestructura

**Sistema de Protección Asociado:** Pintura

**Unidad:** Kg.

**Unidad de Descripción:** Losa con Vigas

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. Pintura en estado y oxidación superficial, sin corrosión.
2. Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales.

Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal.

Deterioro por impacto, sin afectar la capacidad portante del elemento.

3. Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%, debido a corrosión por picaduras profundas y laminación del acero, pero en áreas, delimitadas.

Presencia de rajaduras debido a sobreesfuerzo.

Deterioro por impacto con efecto limitado.

Omisión de conexiones no mayor del 10%.

Soldadura defectuosa no mayor del 10%.

No requiere una verificación estructural de su capacidad portante.

4. La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%.

Rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga del material.

Distorsión general, producida por pandeo del elemento.

Deterioro por impacto, afectando la capacidad portante del elemento.

Omisiones de conexiones, mayor del 10%.

Soldadura defectuosa, mayor del 10%. Pandeo del elemento, con una deflexión lateral perceptible a simple vista.

Se requiere una verificación estructural de la capacidad portante de tanto el elemento como del puente en su integridad.

## **Elemento N° 202: Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado**

**Grupo:** Subestructura

**Unidad:** m<sup>3</sup>

**Unidad de Descripción:** Estribo

Este elemento define las elevaciones de los estribos y pilares construidos en concreto armado.

Descripción de los grados de severidad:

1. Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial. Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 12mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación.

2. Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación.

Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 25mm de profundidad del concreto, sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

3. Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación. Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 40mm de profundidad, con exposición de armaduras. Puede haber corrosión en las armaduras, pero con pérdidas de sección menores a 10%, y que no afectan significativamente la capacidad resistente y/o de servicio del elemento.

Ligero desplome o asentamiento sin afectar las condiciones de tránsito en calzada del puente.

Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación.

Avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 40mm de profundidad, con exposición de las armaduras.

Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero, mayores a 10%, como para exigir un análisis estructural para verificar la capacidad resistente y/o de servicio del elemento. Desplomes, asentamiento o desplazamiento lateral que afectan las condiciones de tránsito en la calzada del puente.

### **Elemento N° 301: Capa Asfalto**

**Grupo:** Detalle, Superficie de Desgaste

**Unidad:** m2

**Unidad de Descripción:** Superficie de Desgaste

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. Fisuraciones menores. Desgaste superficial del material sellante
2. Rajaduras menores (de borde, en las juntas de asfaltado, y por propagación de rajadura de la losa, de encogimiento de fragua).

Desgaste superficial con exposición de los agregados.

3. Rajaduras mayores (Por resecamiento del asfalto, por deflexión excesiva del tablero o por desprendimiento de la capa de asfalto).

Desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos sueltos, en forma de huecos en el asfaltado o por pérdida o disgregación de las partículas de piedra.

Distorsión de la superficie como acanaladuras, depresiones y corrugaciones.

**Elemento N° 311: Vereda Concreto**

**Grupo:** Detalles, Vereda

**Unidad:** m2

**Unidad de Descripción:** Vereda

Este elemento define a veredas de concreto reforzado con armaduras

Sin revestimiento especial

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.

Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 6mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación.

Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación.

Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12mm de profundidad del concreto, sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

2. Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación. Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 20mm de profundidad, con exposición de armaduras.

Puede haber corrosión en las armaduras, pero con pérdidas de sección menores a 10%, y que no afectan significativa mente la capacidad resistente y/o de servicio del elemento.

3. Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación.

Avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 20mm de profundidad, con exposición de las armaduras.

Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero, mayores a 10%, como para exigir un análisis estructural para verificar la capacidad resistente y/o de servicio del elemento.

### **Elemento N° 321: Apoyo fijo Neopreno**

**Grupo:** Apoyos

**Unidad:** unidad

**Unidad de Descripción:** Apoyos

Este elemento define dispositivos de apoyos para puentes constituidos por una o varias planchas de neopreno u otro material elastomérico intercalado con láminas de acero, fijos en posición y que pueden absorber rotaciones de las vigas por deformación vertical del neopreno.

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. El dispositivo de apoyo muestra mínimo deterioro.

No se observan abultamientos laterales del neopreno.

Puede haber oxidación superficial en las planchas de acero.

2. Abultamiento lateral (bulging) del neopreno, dentro de los límites tolerables.

Indicios de cristalización del neopreno.

Puede haber corrosión incipiente de las planchas de acero.

Puede observarse separación entre las planchas de neopreno y acero.

3. Abultamiento lateral excesivo (bulging) del neopreno, fuera de los límites tolerables.

Corrosión avanzada de las planchas de acero.

Se observa cristalización del neopreno.

Puede haber cedido la barra de fijación del apoyo.

Pueden haberse desprendido las planchas de acero del neopreno.

**Elemento N° 322:** Apoyo deslizante de neopreno

**Grupo:** Apoyos

**Unidad:** unidad

**Unidad de Descripción:** Apoyo

Este elemento define dispositivos de apoyos para puentes constituidos por una o varias planchas de neopreno u otro material elastomérico intercalado con láminas de acero, que pueden desplazarse y rotar dentro de ciertos límites, por deformación cortante y vertical del neopreno.

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. El dispositivo de apoyo muestra mínimo deterioro.

No se observan abultamiento s laterales del neopreno.

Puede haber oxidación superficial en las planchas de acero.

2. Abultamiento lateral (bulging) del neopreno, dentro de los límites tolerables. Desplazamiento por corte ligeramente en exceso. Puede haber corrosión incipiente en las planchas de acero. Indicio de cristalización del neopreno.

3. Abultamiento lateral excesivo (bulging) del neopreno, fuera de los límites tolerables.

Desplazamientos por corte excesivo.

Corrosión avanzada de las planchas de acero.

Se observa cristalización del neopreno.

Puede haberse movido el apoyo, fuera de su posición.

Puede haberse desprendido las planchas de acero del neopreno.

**Elemento N° 341:** Planchas Deslizantes

**Grupo:** Juntas de Expansión

**Sistema de Protección Asociado:** Pintura

**Unidad:** ml

### **Unidad de Descripción:** Junta de Expansión

Este elemento define a unidades de juntas de expansión del tipo de planchas deslizantes.

Descripción de los grados de severidad:

1. Pintura en mal estado, y oxidación superficial, sin corrosión.

Desperdicios acumulados en la junta, sin obstruir su normal funcionamiento, incluyendo vaciado de revestimiento en la separación de la junta.

2. Corrosión con picaduras aislados, longitud no mayor del 10%.

Desperdicios acumulados en la junta, dificultan su normal funcionamiento. Puede haberse soltado la soldadura de las planchas, en una longitud menor a 10%.

Filtración o escurrimiento mínimo de agua debajo de la junta, sin provocar daños a la losa.

3. Corrosión avanzada, por picaduras y laminación, longitud mayor del 10%.

Desperdicios acumulados, incluyendo partículas de corrosión, que traban el normal funcionamiento de la junta.

Soldadura defectuosa entre planchas, en una longitud mayor del 10%. Puede haber rajaduras en el concreto, con indicios de falla en los anclajes de los ángulos de refuerzo.

Filtración o escurrimiento de agua debajo de la junta, provocando daños a la losa.

### **Grupo:** Baranda

**Sistema de Protección Asociado: Pintura**

**Unidad:** mi

**Unidad de Descripción:** Baranda

Este elemento define a barandas que son construidos con acero estructural.

Descripción de los grados de severidad de daños:

1. Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales. Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal.
2. Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%, debido a corrosión por picaduras profundas y laminación del acero, pero en áreas delimitadas. Presencia de rajaduras debido a sobreesfuerzo. Deterioro por impacto, sin afectar la capacidad portante del elemento. Omisión de conexiones no mayor del 10%. Soldadura defectuosa no mayor del 10%.
3. La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%.

Rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga del material.

Deterioro por impacto, afectando la capacidad portante del elemento.

Omisiones de conexiones, mayor del 10%.

Soldadura defectuosa, mayor del 10%.

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1. PUENTES

#### a) Definición:

**Morales C., Héctor (2016)** <sup>(12)</sup> Los puentes son uno de los elementos más importantes en la red vial, por lo que es necesario conocer sus condiciones para garantizar tanto una gestión efectiva como la seguridad pública. Por este motivo van surgiendo en los diferentes países los Sistemas de Gestión de Puentes (SGP).

Un SGP es una herramienta de gestión de recursos que se emplea para almacenar información detallada sobre el inventario de puentes y su estado y que además se puede emplear para establecer el programa de mantenimiento. El objetivo por el que se utiliza este sistema es la de la vigilancia y control del estado de los puentes para que sigan cumpliendo las funciones para la que fueron diseñados a lo largo de su vida útil, con unos costes mínimos

**Ministerio de transportes – Guía para la inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes (2008)** <sup>(10)</sup>: Por definición el puente es toda estructura que se utiliza para dar continuidad a un camino, donde atraviesa un río, un lago, quebradas o claros (obstáculos naturales o artificiales), siendo requerida la colocación de elementos estructurales que funcionen esencialmente como vigas y/o como arcos, con apoyos separados de forma tal que también permitan la circulación por su parte inferior.

Puente Estructura requerida para atravesar un accidente geográfico o un obstáculo natural o artificial.

Se considera como puente la estructura cuya luz, entre ejes de apoyo es igual o mayor que 6.00 m (20 ft) y que forma parte de una carretera o está localizado sobre o por debajo de ella.

**b) Estudios generales de un puente:**

**AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: Topografía:** Debe contener como mínimo, un plano de ubicación, planimetría con curvas de nivel cada metro si la quebrada es profunda o más juntas si el terreno es llano ó las barrancas son poco definidas.

Secciones transversales en el eje propuesto enlazado con el eje de la vía, otras aguas arriba y abajo, situadas cada 10 o 20 metros según la necesidad, y condiciones topográficas, un perfil longitudinal del eje del lecho del río en 500 metros (o más según la necesidad) aguas arriba y abajo

**Hidrología:** Este estudio debe contener por lo menos la media anual de las precipitaciones, las crecidas máximas y mínimas, la velocidad máxima de la corriente, el caudal, las variaciones climatéricas y materiales de arrastre (palizada, témpanos de hielo, y otros).

**Geología:** Estudio geotécnico con sondeos geofísicos y perforación de pozos en los ejes de los probables emplazamientos de la infraestructura, traducidos en perfiles geológicos con identificación de capas, espesores, tipos de suelos, clasificación, tamaño medio de sus

partículas, dureza, profundidad de ubicación de la roca madre y todas sus características mecánicas.

Igualmente deberá incorporarse el material predominante del lecho del río, su tamaño medio, la variabilidad del lecho del río, la cota más baja de este, sus tendencias de socavación, y finalmente un informe en el que debe recomendarse la cota y tipo de fundación.

**Riesgo sísmico:** Se llama riesgo sísmico a la probabilidad de ocurrencia dentro de un plazo dado, de que un sismo cause, en un lugar determinado, cierto efecto definido como pérdidas o daños determinados.

En el riesgo influyen el peligro potencial sísmico, los posibles efectos locales de amplificación, la vulnerabilidad de las construcciones (e instituciones) y las pérdidas posibles (en vidas y bienes).

El riesgo sísmico depende fuertemente de la cantidad y tipo de asentamientos humanos y de la cantidad e importancia de las obras que se encuentran localizados en el lugar.

**c) Elementos de un puente:**

Los puentes están conformados por 2 componentes fundamentales que son la súper-estructura (recibe la carga) y la sub-estructura (transmite la carga)

- **Sub-estructura:**

**Contreras P., Cindy – Reyes R., Erika (2014) <sup>(14)</sup>:** La subestructura sirve de apoyo a la superestructura, está conformada por los estribos, los pilares y la cimentación,

**Estribos:**

**Ventura M. (2011)** <sup>(15)</sup>: Son los que proveen soporte a la superestructura, establecen la conexión entre la superestructura y el terraplén, son diseñados para soportar la carga de la superestructura la cual es transmitida por medio de los elementos de apoyo, el peso de la losa de transición y las presiones del suelo (empuje de tierras).

Son las estructuras de soporte en los extremos del puente se clasifican básicamente en dos (2) tipos:

1. Estribos abiertos
2. Estribos de extremos cerrados.

La selección de un tipo u otro dependerá de los requerimientos de soporte estructural, movimientos o deformaciones, drenaje, accesos y diseño sismorresistente.

**Pilares:**

**Meza O., Dhayan R. - Sánchez N., Henry E. (2015)** <sup>(16)</sup>: Son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos.

Deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales (viento, riadas, etc.)

**Cimentación:**

Contreras P., Cindy – Reyes R., Erika (2014) <sup>(14)</sup>: Encargada de transmitir al suelo de fundación las cargas propias de la subestructura, de la superestructura y de las cargas que operan

sobre el puente esta puede ser superficial o profunda, superficial como zapatas de concreto reforzado o profundas como Caisson o pilotes de concreto reforzado ya sea hincados (pilotes), fundidos in situ (pilotes y Caisson).

- **Súper-estructura:**

Contreras P., Cindy – Reyes R., Erika (2014) <sup>(14)</sup>: Es la parte del puente que recibe directamente la carga viva. Su posición relativa con respecto a la subestructura es variable, pudiendo ser superior intermedia o inferior, comprende todos los componentes de un puente arriba de los soportes, llámese a capa de rodamiento, tablero, miembros o vigas principales, miembros o vigas secundarias llamadas también Diafragma, arriostres laterales, adicionan también veredas y barandas.

**Tablero o losa:**

**Apaza (2012)** <sup>(17)</sup> Conformada por la losa de concreto armado. Es el elemento sobre el cual se aplica directamente las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos transmitidos a la estructura portante.

**Vigas principales de acero estructural:**

**Cuba C., Erik S. – Mendoza M., Omar – Tinoco Z., Roberto (2012)** <sup>(18)</sup>: Son las que trasladan las cargas de peso propio y de los vehículos a los nudos inferiores de la cercha, sobre las cuales se apoya directamente la placa de concreto reforzado que sirve de tablero al puente.

**Arriostres de acero:**

**González D., Ángel (2014)** <sup>(19)</sup>: Es el conjunto de elementos estructurales a manera de amarres transversales usados para aumentar la rigidez, estabilidad de la estructura y su capacidad de resistir cargas laterales, tales como los movimientos sísmicos y la presión de los vientos huracanados.

**Capa de rodadura:**

Meza O., Dhayan R. - Sánchez N., Henry E. (2015) <sup>(16)</sup>: Es la capa superficial del puente que absorbe el desgaste producido por el paso de automóviles y peatones, y que a la vez protege al tablero.

Puede ser revestido de asfalto o concreto.

**Veredas:**

**Rodríguez S., Arturo (2012)** <sup>(20)</sup>: Utilizadas con fines de flujo peatonal o mantenimiento.

Están separadas de la calzada adyacente mediante un cordón barrera, una barrera (baranda para tráfico vehicular) o una baranda combinada.

El ancho mínimo de las veredas es 0.75 m.

**Barandas:**

Rodríguez S., Arturo (2012) <sup>(20)</sup>: Se instalan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando existen pases peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios.

La altura de las barandas será no menor que 1.10 m, en ciclovías será no menor que 1.40 m.

Una baranda puede ser diseñada para usos múltiples, sin embargo su uso se debe limitar a carreteras donde la velocidad máxima permitida es 70 km/h.

Para velocidades mayores o iguales a 80 km/h, para proteger a los peatones es preferible utilizar una barrera.

#### **d) Tipología de puentes**

- **Puentes de madera:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: Los puentes de madera son más fáciles y más rápidos de construir que los de piedra, y han resultado siempre más económicos; por ello, los primeros que construyó el hombre fueron de madera, y a lo largo de la Historia se han construido innumerables puentes de este material, muchos más que de piedra.

Los problemas básicos de durabilidad de los puentes de madera son los siguientes:

En primer lugar el propio material, que se deteriora con el paso del tiempo si no se cuida especialmente.

En segundo lugar su vulnerabilidad al efecto de las avenidas de los ríos.

Cada avenida extraordinaria se llevaba muchos puentes de madera, y por ello siempre ha habido una clara conciencia de su debilidad frente a las acciones destructivas del propio río.

- **Puentes metálicos:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: Hoy en día sigue siendo el material de las grandes obras, y en especial de los grandes puentes, si bien el hierro que se utiliza ahora no es el mismo que se utilizó en los orígenes, porque el material también ha evolucionado significativamente; hay diferencia considerable de características y de calidad entre los aceros actuales, y el hierro fundido que se utilizó en un principio.

- **Puentes de concreto armado:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: El concreto armado es una colaboración del acero y el concreto, adecuado especialmente para resistir esfuerzos de flexión.

El primer puente de concreto armado, la pasarela de Chazelet, se construyó en 1875, con una luz de 16,5 m y 4 m de ancho por Joseph Monier, jardinero de París.

El concreto armado se extendió rápidamente por toda Europa; a ello contribuyó el arco de exhibición construido en la exposición universal de Düsseldorf de 1880, que sirvió para dar a conocer este nuevo material.

- **Puentes pretensado:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: El concreto preesforzado no ha hecho desaparecer el concreto armado; cada uno tiene su campo de aplicación. Al iniciarse el concreto preesforzado se trató de sustituir toda la armadura pasiva por activa; por ello los

primeros puentes se pretensaban longitudinal y transversalmente. Pero pronto cada material encontró su sitio; la armadura activa se debe emplear para resistir los esfuerzos principales y la pasiva los secundarios. Incluso puentes losa con luces de hasta 20 m se pueden hacer exclusivamente con armadura pasiva, aunque hay que tener en cuenta la fisuración, porque muchas veces, aun siendo admisible, es excesivamente visible.

- **Puentes mixtos:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: La estructura mixta es una nueva forma de colaboración del acero y el hormigón, en este caso yuxtapuestos, no mezclados como en el hormigón armado y pretensado, pero sí conectados entre sí para que trabajen conjuntamente. En principio la estructura mixta se compone de una cabeza inferior metálica, almas del mismo material, y una cabeza superior de concreto, conectadas entre sí; el acero debe resistir la tracción y el concreto la compresión. Este reparto de funciones está muy claro en la viga simplemente apoyada, que es donde la solución mixta tiene todo su sentido, porque la tracción se produce en la cabeza inferior metálica, y la compresión en la superior del concreto.

- **Los puentes tipo viga:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: Consisten en varios de estos elementos, que, colocados paralelamente unos a otros con separaciones

“s” entre ellas, salvan la distancia entre estribos o pilares y soportan el tablero.

Cuando son ferroviarios, disponen de vigas de madera o acero y sus pisos pueden ser abiertos o estar cubiertos con balasto o placas de concreto armado.

Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016) <sup>(9)</sup>: Pueden ser de tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos tipo gerber o cantiléver, tramos hiperestáticos o continuos. En los puentes tipo viga, el elemento portante principal está sometido fundamentalmente a esfuerzos de flexión y cortante.

Los puentes losa se clasifican dentro de los puentes tipo viga, a pesar que el comportamiento de una losa es diferente al de una viga o conjunto de vigas.

- **Los puentes en arco:**

AASHTO (2017) <sup>(13)</sup>: Cuentan entre los más atractivos logros de la ingeniería. Se construyen de acero, de concreto armado o pretensado y, a veces, de madera.

Los puentes arqueados de concreto armado más corrientes son del tipo fijo, con tímpano abierto o macizo; en ambos casos han de ser de tablero superior.

En los puentes de tímpano macizo el espacio situado entre el intradós del arco y el tablero está relleno de tierra.

Ministerio de transportes y comunicaciones-Manual de Puentes (2016) <sup>(11)</sup>: Pueden ser de muy diversas formas, de tablero superior, de tablero intermedio y de tablero inferior, de tímpano ligero o de tímpano relleno o tipo bóveda.

- **Puentes definitivos:**

Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016) <sup>(9)</sup>: Deben ser diseñados para una vida en servicio de 75 años. Para los puentes definitivos se debe dar preferencia a los esquemas estructurales con redundancia, ductilidad, mayor durabilidad y facilidad de mantenimiento.

- **Puentes temporales:**

Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016) <sup>(9)</sup>: Los puentes temporales son aquellos cuya utilización debe ser por un tiempo limitado no mayor de 5 años.

Para los puentes temporales se pueden utilizar esquemas estructurales con menor redundancia.

Los puentes temporales deben ser diseñados para las mismas condiciones y exigencias de seguridad estructural que los puentes definitivos.

- **Puentes Esenciales:**

Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016) <sup>(9)</sup>: Son aquellos

puentes que deberían, como mínimo, estar abiertos para vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño, con un periodo de retorno de 1000 años.

- **Puentes Críticos:**

Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016) <sup>(9)</sup>: Son aquellos puentes que deben permanecer abiertos para el tránsito de todo tipo de vehículos y deben poder ser utilizados por vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después de un sismo con un periodo de retorno de 2500 años.

### **2.3.2. EVALUACIÓN E INSPECCIÓN DE PUENTES:**

#### **a. Definición:**

**Muñoz B., Jorge – Agüero B., Pablo – Vargas B., Silvia – Villalobos V., Esteban – Vargas A., Luis – Barrantes J., Roy – Loria S., Guillermo (2015) <sup>(21)</sup>:** La evaluación de la condición estructural del puente y su entorno de forma visual es el primer paso para el diagnóstico de la condición actual de una estructura (que contempla tanto aspectos de seguridad estructural como de servicio) y la predicción de su deterioro a futuro, los cuales son necesarios para definir estrategias de mantenimiento periódico, reparación, readecuación o si fuera el caso de remplazo del puente.

La evaluación es el proceso de determinar si una estructura o uno de sus componentes son adecuados para el uso pretendido, mediante el análisis sistemático de la información y los datos recolectados a partir de la revisión de la documentación existente, la inspección de campo, las condiciones de servicio, y los ensayos de los materiales

**b. Tipos de inspección:**

Muñoz B., Jorge – Agüero B., Pablo – Vargas B., Silvia – Villalobos V., Esteban – Vargas A., Luis – Barrantes J., Roy – Loria S., Guillermo (2015) <sup>(21)</sup>: Podemos definir tres clases de inspección:

1. Inspección Rutinaria. Realizada cada año o dos como máximo, llevada a cabo por personal de las jefaturas zonales o los profesionales inspectores de puentes, conforme los alcances de la presente guía. La inspección será visual y física.
2. Inspección Periódica. Realizada cada dos años o cinco máximo, por personal de las jefaturas zonales apoyados por la Unidad de Conservación de Puentes de la Sede Central, o los profesionales inspectores de puentes. En aquellos puentes que requieren trabajos de mayor envergadura que los correspondientes a una inspección rutinaria, se requerirán mayores equipos e implementos. La inspección será visual y física y eventualmente se contrataran los servicios para realizar ensayos destructivos y no destructivos.
3. Inspección Especial. Realizada por personal de la Unidad de Conservación de Puentes de la Sede Central o los profesionales

inspectores de puentes, en aquellos puentes que por el grado de daños o deterioros requieren trabajos mayores de rehabilitación (refuerzos) o reemplazos parciales, eventualmente reemplazos totales de elementos. También están considerados aquellos puentes para atención por emergencia. La inspección será visual y física y se realizarán ensayos destructivos y no destructivos.

### **2.3.3. PATOLOGÍAS O DAÑOS EN PUENTES:**

#### **a) Definición:**

**Rubio M. - Sánchez P. (2012) <sup>(22)</sup>:** El principal enemigo de los puentes es el agua, a nivel de infraestructura, produce el colapso de las estructuras por socavación; a nivel de superestructura, produce humedades y posibilita la degradación del concreto armado y la corrosión de las armaduras.

Por este motivo, en los proyectos se deberá realizar un buen estudio hidráulico, hidrológico e hidrogeológico, disponiendo las medidas de protección adecuadas en las cimentaciones de forma que se garantice la estabilidad y seguridad de las cimentaciones y con ellas de las estructuras.

**Gutiérrez Cristian (2014) <sup>(23)</sup>:** Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos,

generando el colapso del mismo y a su vez grandes pérdidas tanto económicas como seres humanos.

Los puentes son una estructura que amerita mucho cuidado, ya que son grandes estructuras importantes para la población y por ende se deben conservar aplicando periódicamente mantenimiento programado, para el buen funcionamiento del cual fueron construidos

La aparición de una falla visible no significa necesariamente que algo ande mal, sin embargo, es importante conocer la causa que la produce para que se pueda reparar.

**b) Tipos de patologías o daños:**

Se clasifican en según su clase de daño

**1) LESIONES FÍSICAS:**

**Ortega Y. - Quintero K. (2013) <sup>(24)</sup>:** Las acciones físicas se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha), y/o de temperatura (frio, calor, fuego).

Pero también, las acciones físicas hacen referencia las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

**• LESIONES MECÁNICAS:**

**Sánchez de G. (2011) <sup>(25)</sup>:** Las acciones mecánicas del concreto es la capacidad que tiene este para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya

sea tensional o en un estado de compresión dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura de concreto.

Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras y grieta.

- **LESIONES QUÍMICAS**

**Broto C., Carles - Soria Verónica (2006) <sup>(26)</sup>:** Son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque éste no tiene relación alguna con los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde.

El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad.

**c. Tipos de patologías según el material del elemento:**

**Ministerio de transportes – Guía para la inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes (2008) <sup>(10)</sup>:** Según la Guía para Inspección, los daños más comunes encontrados son los siguientes:

**Miembros de concreto:** Daños comunes en miembros de concreto incluyen agrietamiento, escamas, delaminación,

spalling (descascamiento), afloramientos, popouts, desgaste o abrasión, daños de colisión, pulido, y sobrecarga.

Los Agrietamientos en concreto son usualmente Imperceptibles para ser vistos a simple vista. Están calificados como grietas finas, medias o anchas. Las primeras son usualmente insignificantes para la capacidad de la estructura, pero deben ser reportadas como una advertencia. Las medias y anchas son significativas para la capacidad estructural y deben ser registradas y monitoreadas en los reportes de inspección. Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales. Grietas estructurales requieren de atención inmediata, dado que ellas afectan la capacidad del puente. Las grietas no estructurales son causadas por expansión térmica y contracción de fragua. En losas debe tenerse especial cuidado, pues el agua de infiltración de lluvia puede conllevar a corrosión de armadura.

La Peladura es la gradual pérdida continua de la superficie de mortero y agregado sobre un área determinada. La peladura es clasificada en cuatro categorías: ligera, media, dura y severa.

La Delaminación ocurre cuando capas de concreto se desprenden cerca del nivel superior, o más exterior del refuerzo de acero. La mayor causa de delaminación es la expansión por la corrosión del refuerzo del acero debido a la intrusión de cloruros o sales. Estos problemas pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos. Dos de los deterioros primarios, notados por la

inspección visual, son las grietas y manchas de óxido. Un inspector debe reconocer el hecho que no todas las grietas son de igual importancia. Manchas de óxido en miembros de concreto es una de las señales de corrosión de refuerzo de acero en miembros de concreto.

**Miembros de madera:** Daños comunes en miembros de madera son causados por hongos, parásitos y ataque químico. Los deterioros de madera pueden ser causados por fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste mecánico, sobreesfuerzos, intemperie y combeos.

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos. El examen visual puede detectar pudrición por hongos, daños por parásitos, excesiva deflexión, grietas, vibraciones, y pérdida de conexiones.

Si algunos de los daños son detectados visualmente, el inspector investigará la extensión de ellas y los documentará apropiadamente en los reportes de inspección. Deterioros de madera pueden ser detectados usando prueba de sonido (testigos no destructivos)

**Miembros de acero:** Daños comunes en miembros de acero incluyen corrosión, agrietamientos, daños de colisión y sobreesfuerzos. Los agrietamientos usualmente se inician en la conexión, el extremo final de la soldadura o en una posición corroída de un miembro y luego se propagan a través de la

sección, hasta la fractura del miembro. Los inspectores deben observar cuidadosamente cada una de las potenciales ubicaciones de fisuras.

La forma más reconocida de deterioro del acero es la corrosión.

Uno de los importantes tipos de daños en miembros de acero es el agrietamiento por fatiga, estos se desarrollan en estructuras de puentes debido a repetición de cargas. Para estructuras pintadas. Las roturas en la pintura, acompañada por manchas de herrumbre, indican la posible existencia de una grieta de fatiga. Si una grieta es sospechosa el área será limpiada y se dispondrá una inspección visual de primer plano. Adicionalmente, más pruebas tales como tintes penetrantes pueden ser realizadas para identificar la grieta y para determinar la extensión. Si se descubre grietas de fatiga descubiertas, inspecciones más profundas deben ser realizadas.

Los síntomas de daño debido a sobreesfuerzos son elongaciones inelásticas o decremento del área de acero en miembros en tensión y pandeo en miembros en compresión.

Los daños debido a colisión vehicular, incluyen pérdidas de sección, agrietamiento y distorsión de formas: Estos tipos de daños serán cuidadosamente documentados y las reparaciones deberán ser priorizadas. Hasta que las reparaciones hayan culminado, se recomienda la restricción vehicular de tráfico basados en resultados de análisis de evaluación.

**Componentes sumergidos:** Corresponde a miembros de subestructuras. Equipos especiales son necesarios para inspeccionar los componentes sumergidos dado que la visibilidad durante las inspecciones es pobre, una inspección minuciosa de los miembros no es factible.

Los componentes de estructuras de acero son susceptibles a corrosión, especialmente en la zona de mínimas y máximas crecientes.

**Tableros:** Defectos comunes en tableros de acero son fisuras en soldaduras, seguros rotos, corrosión y conexiones sueltas o rotas. En un sistema de piso de acero corrugado, las pérdidas de sección debido a la corrosión pueden afectar la capacidad de carga del tablero.

Los defectos comunes en tableros de madera son el aplastamiento que sufren en los apoyos de los sistemas de piso, daños por flexión tales como fracturas, combadura y grietas en áreas en tensión y pudrición del tablero por organismos biológicos, especialmente en las áreas expuestas al drenaje.

Los defectos comunes en tableros de concreto pueden ser el desgaste superficial, escamas, delaminación, spalls (descascamiento), grietas de flexión longitudinal, grietas de flexión transversal en las regiones de momento negativo, corrosión del tablero, grietas debido a agregados reactivos y daño debido a contaminación química.

**Juntas:** Daños en la junta son causados por impacto vehicular, temperaturas extremas y acumulación de tierra y escombros.

Daños por escombros y tránsito de vehículos pueden causar que la junta sea rasgada, que los anclajes sean arrancados, o sean removidos totalmente.

Daños por temperaturas extremas pueden romper la adherencia entre la junta y el tablero y consecuentemente resultar en la remoción total de la junta.

La función primaria de la junta es acomodar la expansión y contracción de la superestructura del puente.

**Apoyos:** Pueden ser categorizados en dos grupos metálicos y elastoméricos.

Los apoyos metálicos pueden hacerse inoperativos debido a corrosión, acumulación de escombros, u otras interferencias.

Apoyos congelados, pueden generar flexiones, ondulamientos y alineamiento inapropiado de miembros. Otros tipos de daños son pérdidas de seguros, rotura de soldadura, corrosión en la superficie deslizante.

Los daños en placas de apoyos elastoméricos más comunes son el excesivo abultamiento, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento.

### **III. HIPÓTESIS**

La presente tesis no desarrolla hipótesis porque es de tipo cualitativa, solo basada en la observación de campo, no es experimental, solo de evaluación y descripción visual.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. Diseño de la investigación.**

La investigación realizada fue de tipo descriptivo-cualitativo, no experimental, es decir que no se hicieron ensayos destructivos a los elementos de la estructura, la metodología aplicada se describe a continuación:

#### **a. Recopilación información:**

Es la parte del contenido donde recopilamos toda la información necesaria para el desarrollo del tema a tratar en este caso toda la información sobre puentes, como tesis que complementen el tema que serán los antecedentes, conceptos básicos, normas y reglamentos.

#### **b. Inspección y toma de datos en campo:**

Para la toma de información utilizaremos el formato desarrollado para el Sistema Computarizado de Administración de Puentes - SCAP, que servirá para la toma de datos o inspección, así como en los procedimientos de calificación de daños o evaluación.

- 1) Reconocer la zona de ubicación del puente.
- 2) Identificar el tipo de estructura y los elementos a evaluar, anotando los datos según las fichas SCAP.
- 3) A cada elemento encontrado se codifica con las letras UM seguidas de un número.
- 4) Identificar aguas arribas y aguas abajo margen izquierdo y margen derecho para la mejor evaluación del puente.

Luego de tener los datos generales del puente se procede a la evaluación

- 5) Ya identificados los elementos se procede al metrado, estos datos son referenciales porque no influyen en la evaluación, pero son utilizados como referencia.
- 6) Se inspecciona cada elemento con los instrumentos de medición necesarios y la ficha guía de daños de puente, esta ficha como ya vimos nos muestra los daños o daños que pueden presentar los elementos del puente por cada grado de severidad.
- 7) Se toma evidencia de las patologías encontradas.

**c. Análisis y evaluación de datos:**

Ya en gabinete se procede a ordenar la información recopilada

- 8) Ordenar los datos obtenidos en campo por cada UM.
- 9) Analizar los datos obtenidos durante evaluación e inspección
- 10) Ordenar las fotos por cada elemento para una mejor interpretación de las patologías encontradas.
- 11) Interpretar los datos recopilados y describir la condición de servicio cada elemento.
- 12) Con estos datos de condición de campo se procede a obtener el valor de condición estadística y condición global del puente.  
(Este procedimiento se describe en análisis de resultados)
- 13) El valor obtenido se busca en los rangos de condición a establecidos y se obtiene la condición de servicio del puente.

Los valores de la condición general del puente se ven en la tabla que se presenta a continuación.

**Tabla 01 Rangos de condición de servicio**

*Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones*

RANGOS DE CONDICIÓN			
CALIFICACIÓN	CONDICIÓN O ESTADO	RANGO CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA CONDICIÓN
0	EXCELENTE	0.00 - 0.99	El puente (pontón) no tiene problemas. No hay necesidad de reparaciones
1	BUENA	1.00 - 1.99	El puente (pontón) solo muestra un deterioro mínimo, no hay necesidad de reparaciones pero ciertas actividades de mantenimiento pueden ser necesarias.
2	REGULAR	2.00 - 2.99	Existe deterioro, desprendimientos, socavación pero no afectan la capacidad portante y/o de servicios. Hay necesidad de reparaciones menores.
3	PREOCUPANTE	3.00 - 3.99	Existe pérdida de sección, deterioro, desprendimiento o socavación que afecta seriamente los componentes principales de la estructura.
			Pueden existir rajaduras por falta del acero o por cortante/flexión en el concreto. La capacidad portante y/o de servicio puede estar afectado. Hay necesidad de reparaciones mayores
4	MALA	4.00 - 4.99	Necesita repararse pero se puede mantener abierto a tráfico restringido.
			El deterioro de elementos principales afecta la capacidad portante y/o de servicio.
			Avanzado deterioro de los elementos estructurales perimarios.
			Grietas de fatiga en acero o grietas de corte de concreto
			La socavación compromete la estabilidad de la infraestructura
Conviene cerrar al puente al menos que este monitoreado			
5	PÉSIMA	5.00 - 5.99	La capacidad portante y/o de servicio está afectada en forma de presentar un peligro inminente
			Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos.
			Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura
			El puente (pontón) debe cerrarse al tráfico.

14) Elaborar conclusiones por cada objetivo planteado

15) Elaborar conclusiones por cada patología encontrada.

✓ En resumen la metodología, se realizará de la siguiente manera:



#### 4.2. Población y muestra.

##### a) Población:

Para la presente evaluación, la población considerada fue todos los puentes mixtos ubicados en el distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

##### b) Muestra:

La muestra para la evaluación estuvo compuesta todos los elementos de la estructura del puente mixto Sojo.

Estos elementos se detallan a continuación.

- Longitud= 50.00 m

**Tabla 02 Elementos conformantes del puente Sojo**

*Fuente: Elaboración Propia*

**F**

N°	Descripción del Elemento	UM
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	UM-01
114	Vigas Principales de Acero Estructural	UM-02
117	Arriostres de Acero	UM-03
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	UM-04
301	Capa Asfalto	UM-05
311	Vereda Concreto	UM-06
321	Apoyo fijo de Neopreno	UM-07
322	Apoyo deslizante de neopreno	UM-08
341	Planchas Deslizantes	UM-09
353	Barandas de acero	UM-10

#### **4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores**

En este punto no se considerara puesto que como se mencionó en el punto de hipótesis el diseño de la tesis no permite experimentar, es de tipo descriptiva por ende tampoco tiene variables que definir.

#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **Técnica:**

La técnica empelada será la descrita en el manual de inspección, evaluación y mantenimiento de puentes del ministerio de transportes y comunicaciones. Basada en una inspección visual rutinaria, tomando datos en campo según el formato elaborado para el sistema computarizado de puentes (SCAP).

**Instrumentos:**

Formatos de campo: Fichas elaboradas según la técnica empleada para la toma de datos en campo, los cuales contribuyeron a seguir un orden en el trabajo de gabinete.

Además se utilizaron algunos elementos que nos ayudaron a tomar evidencia de lo evaluado y a la medición de estas, como son los siguientes:

Fisurometro: Instrumentos que sirve para medir la separación que existe en las fisuras o rajaduras

Flexómetro: Instrumento que sirvió para hacer el metrado referencial de los elementos.

Odómetro: Instrumento que se utilizó para medir la longitud del puente.

Cámara digital: Instrumento que se utilizó para tomar evidencias de las muestras evaluadas.

Equipos de protección individual: casco, chaleco, conos de señalización para proteger el área a evaluar.

**4.5. Plan de análisis**

El plan de análisis desarrollado es el siguiente:

- a) Realizar el estudio teniendo conocimiento de elemento a evaluar.
- b) Evaluar según la metodología SCAP.
- c) Toma de datos en campo.
- d) Ordenamiento de datos.
- e) Análisis de datos.
- f) Resultados para obtener la condición de servicio actual.
- g) Conclusiones y recomendaciones.

#### 4.6. Matriz de coherencia:

**Tabla 03 Matriz de coherencia o consistencia**

*Fuente: Elaboración Propia*

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018		
ENUNCIADO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGIA
<p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, nos permitirá obtener el grado de deterioro y su condición de servicio actual?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar y evaluar las patologías del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Identificar</b> los tipos de patologías del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.</li> <li>• <b>Determinar</b> la patología con mayor porcentaje en la estructura del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.</li> <li>• <b>Obtener</b> el nivel de severidad y la condición de servicio de la estructura del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>La investigación realizada fue de tipo descriptivo-cualitativo, no experimental, es decir que no se hicieron ensayos destructivos a los elementos de la estructura.</p> <p><b>Población</b></p> <p>Todos los puentes mixtos ubicados en el distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Todos los elementos de la estructura del puente mixto Sojo.</p> <p>Estos elementos se detallan a continuación.</p> <p>Losa de concreto armado</p> <p>Vigas Principales de Acero Estructural</p> <p>Arriostres de Acero</p> <p>Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado</p> <p>Elevación de Pilares Concreto Armado</p> <p>Capa Asfalto</p> <p>Vereda Concreto</p> <p>Apoyos</p> <p>Planchas Deslizantes</p> <p>Barandas de acero</p>

#### **4.7. Principios éticos**

Estos principios engloban diferentes aspectos tanto como morales y científicos, desde el punto de vista científico, tenemos los diversos textos de investigaciones que podemos obtener y utilizar para el desarrollo de esta tesis, en el punto de vista moral tenemos la obligación de citar cada texto utilizado respetando la autoría de cada uno de ellos.

De estos aspectos dependerá la originalidad de nuestra investigación; como egresados tenemos conocimiento de la cantidad de denuncias por plagio, por eso tenemos el compromiso de declarar que esta tesis está basada en la originalidad, se respeta los derechos de autor citando de manera correcta cada texto utilizado, para que así sirva de base para futuras investigaciones.

## V. Resultados

### 5.1 Resultados

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en la inspección de campo de cada elemento conformante del puente.

#### Rangos de evaluación:

CALIFICACIÓN		RANGO
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
<b>2</b>	<b>REGULAR</b>	<b>2.00-2.99</b>
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PESIMO	5.00-5.99

#### Datos generales del puente

Tabla 04 Datos generales del puente

*Fuente: Elaboración propia*

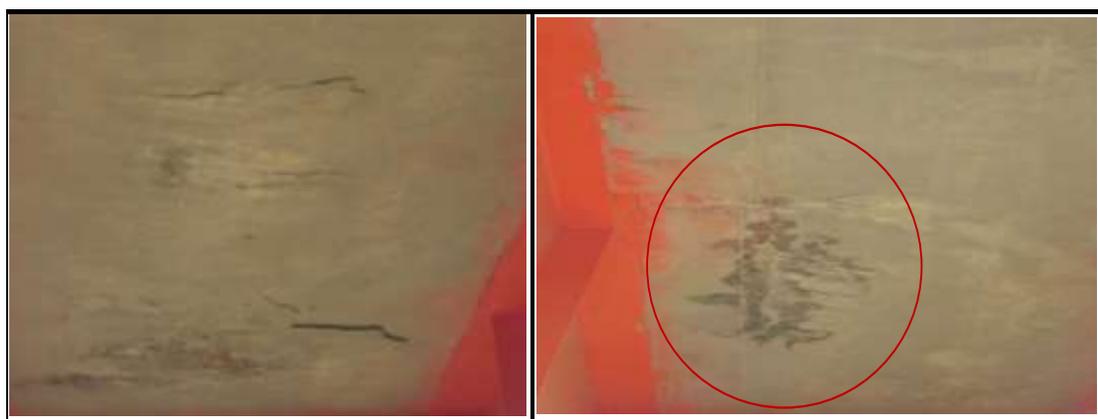
 UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018	
1) UBICACIÓN			
NOMBRE DEL PUENTE	Sojo	Dpto. Político:	Piura
TIPO DE PUENTE	Mixto	Dpto. Vial :	Piura
SOBRE	Río	Provincia :	Sullana
		Distrito :	Sojo
		Poblado cercano:	Sojo
2) DATOS GENERALES			
Puente Sobre :	Quebrada	Nombre :	Sojo
Longitud Total (m) :	50.00	Número Vías Tránsito :	2
Ancho Calzada (m) :	7.20	Sobrecarga Diseño :	HS20
Ancho Vereda (m) :	0.60	Año Construcción :	
Alineamiento :	Recto	Fecha de inspección:	

<b>A) TABLERO DE RODADURA</b>		
<b>LOSA</b>	Material :	Concreto Armado
	Espesor (m) :	0.2
	Superficie de Desgaste :	Carpeta Asfalto
<b>VIGAS</b>	Tipo :	Longitudinales
	N° Vigas :	4
	Material :	Acero Estructural
<b>B) SUBESTRUCTURA</b>		
<b>ESTRIBO IZQUIERDO</b>	Elevación / Tipo :	Cajón
	Elevación / Material :	Concreto Armado
	Cimentación / Tipo :	Pilotes
	Cimentación / Material :	Concreto Armado
<b>ESTRIBO DERECHO</b>	Elevación / Tipo :	Cajón
	Elevación / Material :	Concreto Armado
	Cimentación / Tipo :	Pilotes
	Cimentación / Material :	Concreto Armado
<b>PILARES</b>	NO APLICA	
<b>D) DETALLES</b>		
<b>BARANDAS</b>	Tipo :	Postes y pasamanos
	Material :	acero
<b>VEREDAS Y SARDINELES</b>	Ancho Vereda (m) :	0.60
	Altura Sardinel (m) :	0.13
	Material :	Concreto
<b>APOYOS</b>	Tipo :	Articulado (fijo)
	Material :	Elastómero
	Tipo :	Deslizante-Fijo
	Material :	Elastómero
<b>JUNTAS DE EXPANSION</b>	Tipo :	Planchas deslizantes
	Material :	Metálico
<b>DRENAJE DE CALZADA</b>	Tipo :	Tubo
	Material :	PVC

**Tabla 05 Losa/ UM-01**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>				
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>						
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>METRADO</b>				
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°		
TIPO PUENTE	Mixto	104	m3	1		
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN	Long.	Ancho	Altura	Metrado
CALZADA (m)	7.20	Losa de concreto armado	50.00	7.20	0.20	72.00



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
			10	90		*Ver anexo N° 04

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 1:  
Fisuración menor  
Eflorescencia

Grado 2:  
Desprendimientos sin exposición de armadura

Tabla 06 Vigas principales de acero estructural/ UM-02

Fuente: *Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>		
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>METRADO</b>		
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°
TIPO PUENTE	Mixto	114	Kg.	2
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN		
CALZADA (m)	7.20	Vigas principales de acero estructural		



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
				100		Pintura en buen estado- Efectos de intemperismo (polvo, suciedad acumulada)

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

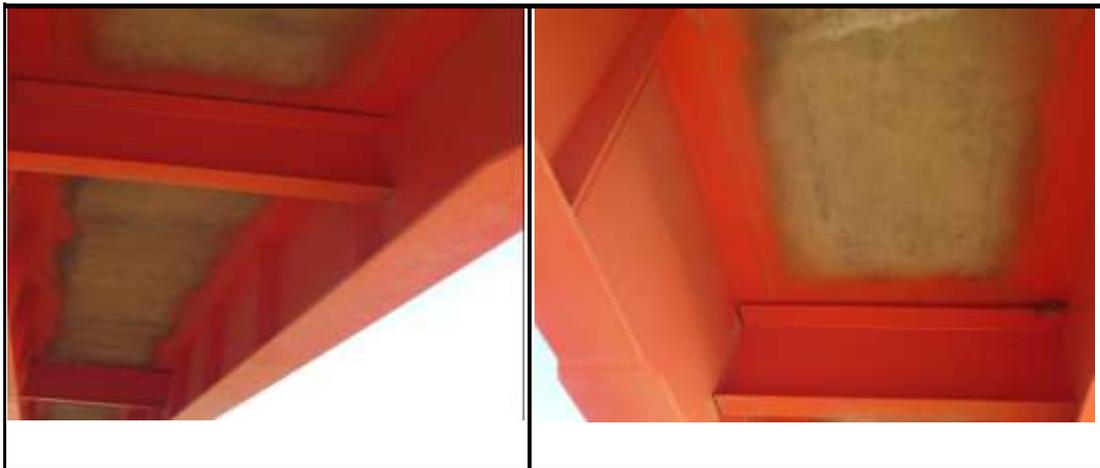
Grado 1:

Efectos de intemperismo

Tabla 07 Arriostres de acero/ UM-03

Fuente: Elaboración propia

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>		
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>METRADO</b>		
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°
TIPO PUENTE	Mixto	117	Kg.	
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN		
CALZADA (m)	7.20	Arriostres de acero		



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
				100		Pintura en buen estado- Efectos de intemperismo (polvo, suciedad acumulada)

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 1:  
Efectos de intemperismo

**Tabla 08 Elevación de cuerpo de estribo/ UM-04**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>						
TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO								
DATOS GENERALES			METRADO					
PUENTE	Sojo		N°	Und.	N°			
TIPO PUENTE	Mixto		202	m3	2			
LONGITUD TOTAL(m)	50.00		DESCRIPCIÓN		Elevación cuerpo del estribo de concreto armado			
CALZADA (m)	7.20		Long.	Altura	Número	Á. total	Ancho	Vol. Parcial
			0.30m	2.00m	2	1.20m2	0.70m	0.84m3
			7.80m	1.80m	1	14.04m2	0.70m	9.83m3
			Volumen total	21.34m3				



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
			15	85		*Ver anexo N° 05

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 1

Decoloración

Eflorescencia

Efectos por intemperismo

Grado 2

Rajaduras menores

**Tabla 09 Capa de asfalto/ UM-05**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>				
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>						
DATOS GENERALES		METRADO				
PUENTE	Sojo	N°	Und.		N°	
TIPO PUENTE	Mixto	301	m2		1	
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN	Long.	Ancho	Espesor	Metrado
CALZADA (m)	7.20	Capa de asfalto	50.00	6.00		300.00



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
		30	0	70		*Ver anexo N° 06

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 1

Desgaste superficial del material sellante  
Fisuraciones menores

Grado 3

Desintegración de la capa de asfalto en  
pequeños fragmentos sueltos

**Tabla 10 Vereda de concreto/ UM-06**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>			
TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO					
DATOS GENERALES		METRADO			
PUENTE	Sojo	N°	Und.		N°
TIPO PUENTE	Mixto	311	m2		1
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN	Long.	Ancho	Altura
CALZADA (m)	7.20	Vereda concreto	50.00	0.60	30.00



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
		60		40		*Ver anexo N° 07

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 1

Decoloración

Efectos de intemperismo

Grado 3

Desprendimiento del concreto

Rajaduras mayor a 3mm

**Tabla 11 Apoyo fijo de neopreno/ UM-07**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>		
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>METRADO</b>		
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°
TIPO PUENTE	Mixto	321	und.	3
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN		
CALZADA (m)	7.20	Apoyo fijo de neopreno		



CALIFICACIÓN %*					
5	4	3	2	1	0
			100		

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 2

Indicios de cristalización del neopreno

**Tabla 12 Apoyo deslizante de neopreno/ UM-08**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>		
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>METRADO</b>		
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°
TIPO PUENTE	Mixto	322	und.	3
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN		
CALZADA (m)	7.20	Apoyo deslizante de neopreno		



CALIFICACIÓN %*					
5	4	3	2	1	0
			100		

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 2

Indicios de cristalización del neopreno

**Tabla 13 Planchas deslizantes/ UM-09**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>		
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>				
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>METRADO</b>		
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°
TIPO PUENTE	Mixto	341	ml	2
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN		
CALZADA (m)	7.20	Planchas deslizantes		



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
		70	30			*Ver anexo N° 07

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 2

Grado 3

Desprendimiento de soldadura menor a 10%

Soldadura defectuosa entre planchas mayor a 10%

**Tabla 14 Barandas de acero/ UM-10**

*Fuente: Elaboración propia*

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>		
<b>TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO</b>				
DATOS GENERALES		METRADO		
PUENTE	Sojo	N°	Und.	N°
TIPO PUENTE	Mixto	353	mi	2
LONGITUD TOTAL(m)	50.00	DESCRIPCIÓN		
CALZADA (m)	7.20	Barandas de acero		



CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIÓN
5	4	3	2	1	0	
			100			*Ver anexo N° 08

**PATOLOGÍAS ENCONTRADAS**

Grado 2

Omisión de conexiones menor al 10%

Tabla 15 Condición estadística de los elementos y Condición general del puente

Fuente: Elaboración propia

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018										
		CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE										
NRO.	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN %						TOTAL (%)	CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL ELEMENTO	FACTOR DE IMPORTANCIA	CONTRIBUCIÓN DEL ELEMENTO	CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE
		5	4	3	2	1	0					
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	10	90	0	100	1.68	1	1.68	2.59
114	Vigas Principales de Acero Estructural	0	0	0	0	100	0	100	1.00	1	1.00	
117	Arriostres de Acero	0	0	0	0	100	0	100	1.00	1	1.00	
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	0	15	85	0	100	1.81	1	1.81	
301	Capa Asfalto	0	0	30	0	70	0	100	3.00	0.6	1.80	
311	Vereda Concreto	0	0	60	0	40	0	100	3.00	0.6	1.80	
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	100	0	0	100	2.00	0.6	1.20	
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	100	0	0	100	2.00	0.6	1.20	
341	Planchas Deslizantes	0	0	70	30	0	0	100	3.00	0.6	1.80	
353	Barandas de Acero	0	0	0	100	0	0	100	2.00	0.6	1.20	

Numero de elementos	10.00
Mayor valor	1.81
Sumatoria	14.49
Suma-mayor	12.68

CALIFICACIÓN	RANGO
0 MUY BUENO	0.00-0.99
1 BUENO	1.00-1.99
<b>2 REGULAR</b>	<b>2.00-2.99</b>
3 MALO	3.00-3.99
4 MUY MALO	4.00-4.99
5 PESIMO	5.00-5.99

El puente Sojo se halla en condición REGULAR con un valor de 2.59 entre un rango de 2.00-2.99

Tabla 16 Resumen de patologías por elemento según grado de severidad

Fuente: Elaboración propia

		<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>	
<b>PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN LOS ELEMENTOS SEGÚN GRADO DE SEVERIDAD</b>			
Grado de severidad	PATOLOGÍAS POR GRADO DE SEVERIDAD		
	Patologías	Elemento	%
Grado 1	Fisuración menor	Losa de concreto armado	40
		Capa de asfalto	20
	Eflorescencia	Losa de concreto armado	50
		Elevación cuerpo del estribo de concreto armado	30
	Efectos de intemperismo	Arriostres de acero	100
		Elevación cuerpo del estribo de concreto armado	15
		Vigas principales de acero estructural	100
Vereda concreto		15	
Desgaste superficial del material sellante	Capa de asfalto	50	
Decoloración	Vereda concreto	25	
	Elevación cuerpo del estribo de concreto armado	40	
Grado 2	Desprendimientos sin exposición de armadura	Losa de concreto armado	10
	Rajaduras menores	Elevación cuerpo del estribo de concreto armado	15
	Indicios de cristalización del neopreno	Apoyo fijo de neopreno	100
		Apoyo deslizante de neopreno	100
	Desprendimiento de soldadura menor a 10%	Planchas deslizantes	70
Omisión de conexiones menor al 10%	Barandas de acero	100	
Grado 3	Desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos sueltos	Capa de asfalto	30
	Desprendimiento del concreto	Vereda concreto	15
	Rajaduras mayor a 3mm	Vereda concreto	45
	Soldadura defectuosa entre planchas mayor a 10%	Planchas deslizantes	30
			1000

**Tabla 17 Frecuencia de patologías**

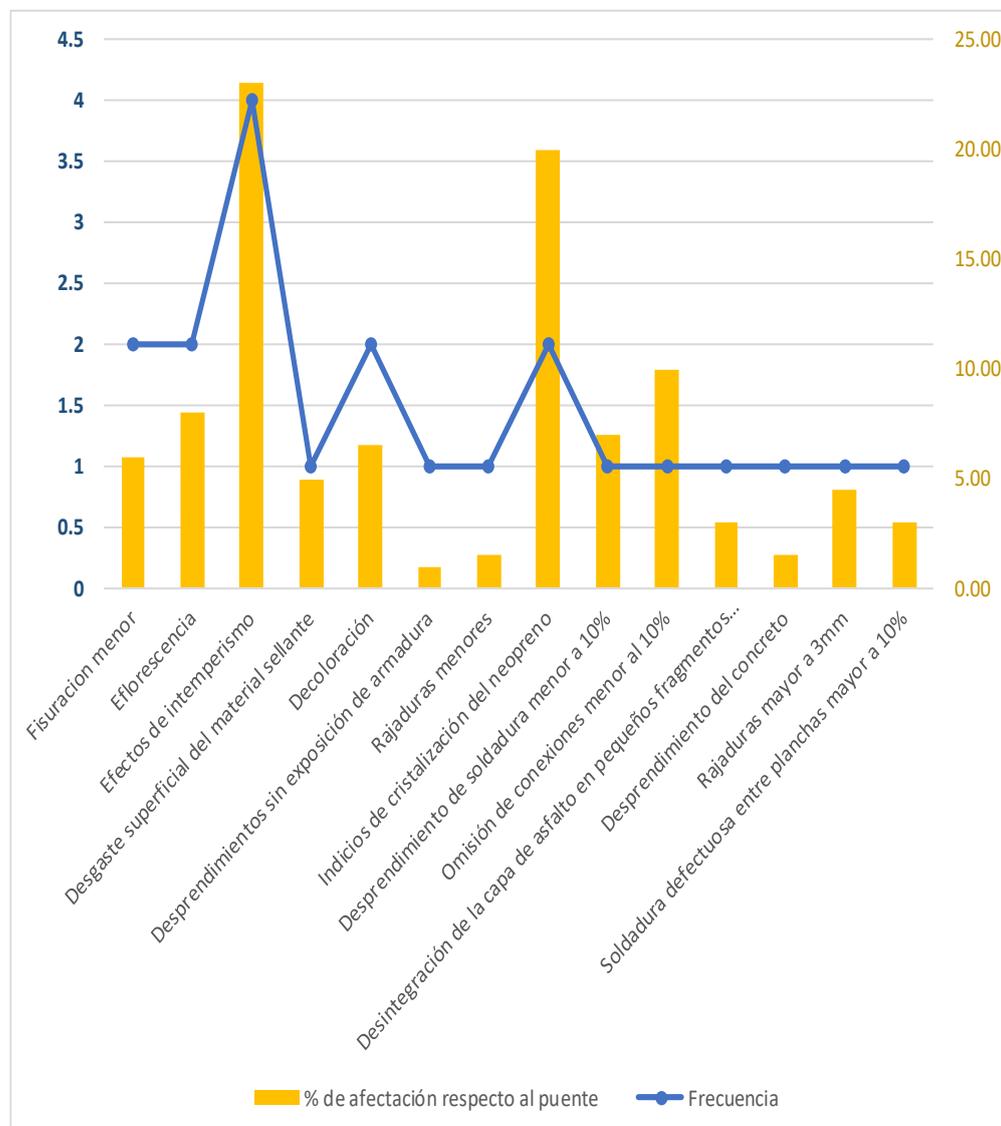
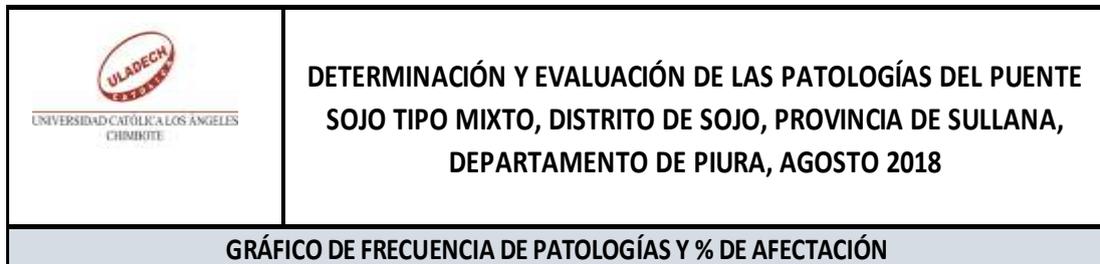
*Fuente: Elaboración propia*

	<b>DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018</b>	
<b>FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS Y % DE AFECTACIÓN</b>		
Patología	% de afectación respecto al puente	Frecuencia
Fisuración menor	6.00	2
Eflorescencia	8.00	2
Efectos de intemperismo	23.00	4
Desgaste superficial del material sellante	5.00	1
Decoloración	6.50	2
Desprendimientos sin exposición de armadura	1.00	1
Rajaduras menores	1.50	1
Indicios de cristalización del neopreno	20.00	2
Desprendimiento de soldadura menor a 10%	7.00	1
Omisión de conexiones menor al 10%	10.00	1
Desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos sueltos	3.00	1
Desprendimiento del concreto	1.50	1
Rajaduras mayor a 3mm	4.50	1
Soldadura defectuosa entre planchas mayor a 10%	3.00	1
	100.00	21

\*Hay 21 tipos de patologías encontradas

## GRÁFICO 01 Frecuencia de patologías y porcentaje de afectación

Fuente: Elaboración propia



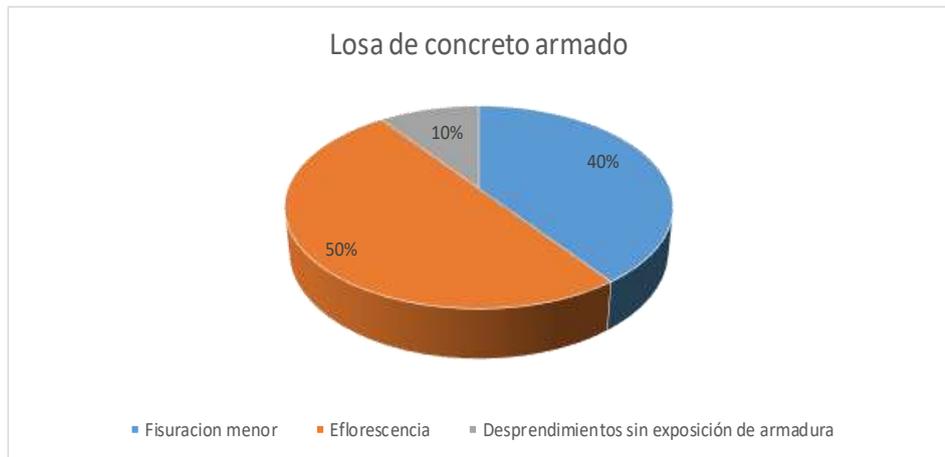
## 5.2. Análisis de resultados

Este punto tiene como finalidad analizar cada resultado obtenido en los elementos (UM) del puente Sojo.

### UM-01

**GRÁFICO 02** Patologías encontradas - Losa de concreto armado

*Fuente: Elaboración propia*



La UM-01 losa de concreto armado presenta en grado 1: Fisuración menor y eflorescencia y en grado 2: Desprendimientos sin exposición de armaduras.

### UM-02

**GRÁFICO 03** Patologías encontradas - Vigas principales de acero

*Fuente: Elaboración propia*



La UM-02 vigas principales de acero muestra en grado 1: 100% de efectos por intemperismo.

### UM-03

GRÁFICO 04 Patologías encontradas - Arriostres de acero

Fuente: *Elaboración propia*

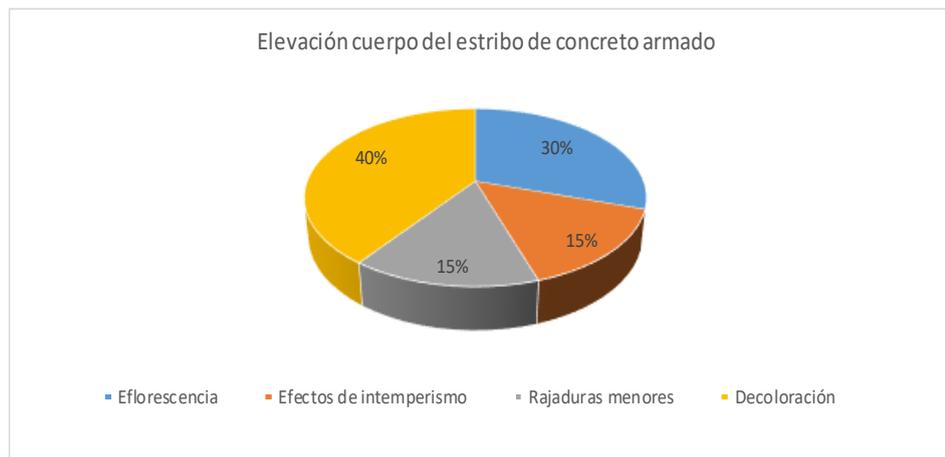


La UM-03 arriostres de acero muestra en grado 1: 100% de efectos por intemperismo.

### UM-04

GRÁFICO 05 Patologías encontradas - Estribo de concreto armado

Fuente: *Elaboración propia*

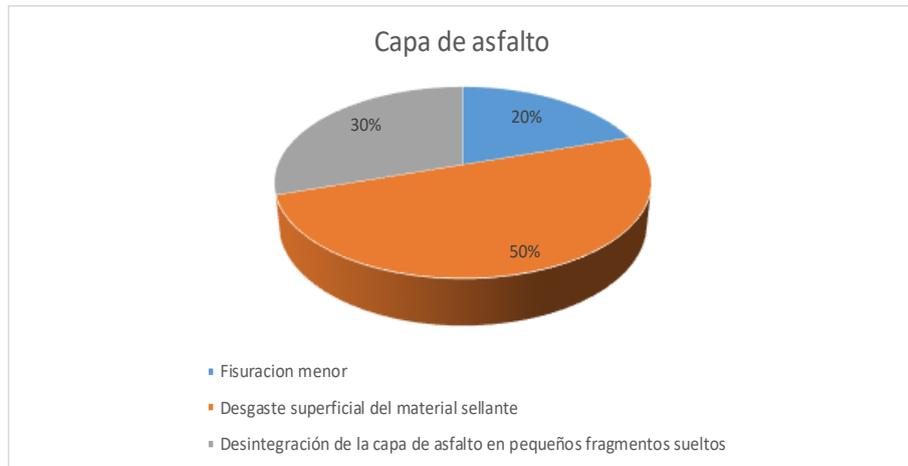


La UM-04 estribos de concreto armado muestra en grado 1: decoloración, eflorescencia, efectos por intemperismo y en grado 2: rajaduras menores.

## UM-05

GRÁFICO 06 Patologías encontradas - Capa de asfalto

Fuente: *Elaboración propia*

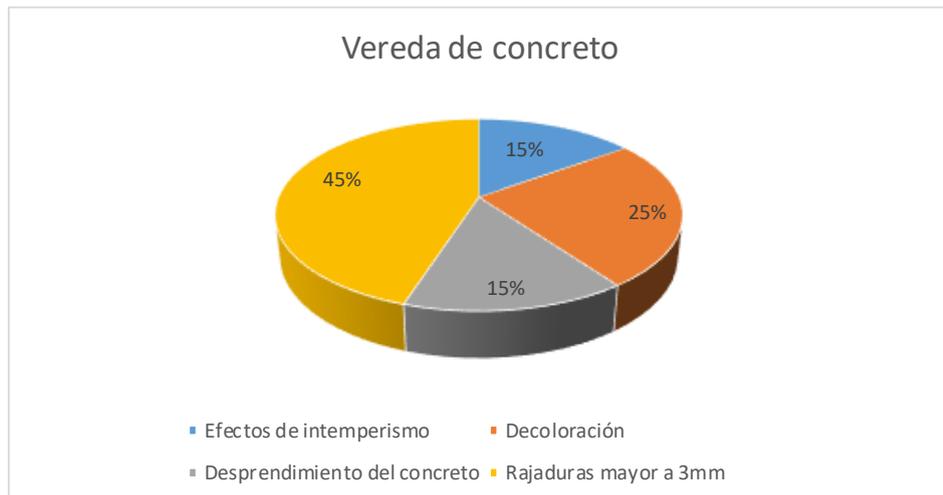


La UM-05 capa de asfalto muestra en grado 1: desgaste superficial del material sellante, fisuraciones menores y en grado 3: desprendimiento de la capa de asfalto en pequeños fragmentos.

## UM-06

GRÁFICO 07 Patologías encontradas - Vereda de concreto

Fuente: *Elaboración propia*



La UM-06 vereda de concreto muestra en grado 1: decoloración y efectos por intemperismo y en grado 3: desprendimiento del concreto y rajaduras mayor a 3mm.

## UM-07

### GRÁFICO 08 Patologías encontradas - Apoyo fijo de neopreno

*Fuente: Elaboración propia*



La UM-07 apoyos deslizantes muestra en grado 2: indicios de cristalización del neopreno en un 100%.

## UM-08

### GRÁFICO 09 Patologías encontradas - Apoyo deslizante de neopreno

*Fuente: Elaboración propia*

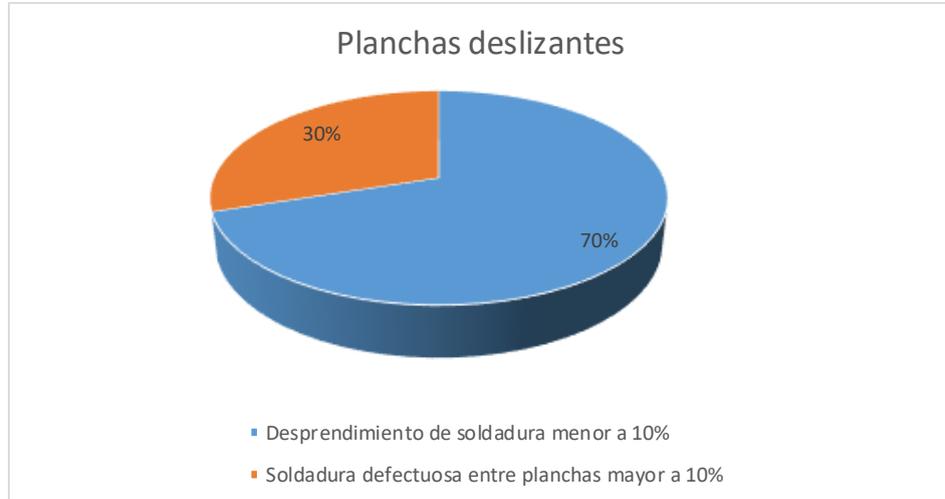


La UM-08 apoyos fijos muestra en grado 2: indicios de cristalización del neopreno en un 100%.

## UM-09

**GRÁFICO 10** Patologías encontradas - Planchas deslizantes de neopreno

*Fuente: Elaboración propia*



La UM-09 planchas deslizantes muestra en grado 2: desprendimiento de soldadura menor a 10% y en grado 3: soldadura defectuosa entre planchas mayor a 10%.

## UM-10

**GRÁFICO 11** Patologías encontradas - Barandas de acero

*Fuente: Elaboración propia*



La UM-10 barandas de acero muestra en grado 2: omisión de conexiones menor al 10%.

**Condición estadística del elemento:**

**Ministerio de transportes – Guía para la inspección, evaluación y mantenimiento de Puentes (2008) <sup>(10)</sup>:** Es aquel número que califique la situación del puente y de cada uno de sus elementos. Este valor se deduce de la condición en campo, que corresponde a varios números, expresados en la forma de porcentajes de la situación del elemento en la escala de 0 a 5.

Estos valores nos ayudaran a encontrar la condición general del puente evaluado.

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %						TOTAL (%)
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	10	90	0	100
114	Vigas Principales de Acero Estructural	0	0	0	0	100	0	100
117	Arriostres de Acero	0	0	0	0	100	0	100
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	0	15	85	0	100
301	Capa Asfalto	0	0	30	0	70	0	100
311	Vereda Concreto	0	0	60	0	40	0	100
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	100	0	0	100
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	100	0	0	100
341	Planchas Deslizantes	0	0	70	30	0	0	100
353	Barandas de Acero	0	0	0	100	0	0	100

Corresponde a ajustar la distribución de porcentajes, a condiciones umbral.

Este ajuste se basa en la percepción, de que si un porcentaje significativo de un elemento está en un nivel dado de condición, entonces el elemento debiera ser evaluado como si totalmente estuviera en esa condición.

El proceso de ajuste corresponde a dividir el porcentaje de distribución de campo por aquel del umbral, y multiplicar el resultado por 100.

Adoptamos un umbral del 3% para el nivel de condición 5, y 25% para los otros estados. Esto significa, por ejemplo, que basta que el 3% del elemento este en la condición 5 (muy pobre), para considerar está situación como la del total del elemento.

Igualmente, si el 25% del elemento está en la condición 4 (pobre), está será la condición del elemento.

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
104	Losas de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	40	400	0
114	Vigas Principales de Acero Estructural	0	0	0	0	400	0
117	Arriostres de Acero	0	0	0	0	400	0
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	0	60	400	0
301	Capa Asfalto	0	0	120	0	0	0
311	Vereda Concreto	0	0	240	0	0	0
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	400	0	0
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	400	0	0
341	Planchas Deslizantes	0	0	280	0	0	0
352	Barandas de Concreto	0	0	0	400	0	0

Ajustes de porcentaje de umbral ( $\% \text{campo} * 100 / \% \text{umbral}$ )

Porcentajes ajustados de la condición para cada elemento

En el segundo paso, se acumulan los porcentajes ajustados, desde la condición más pobre a aquella muy buena. La suma se detiene al sobrepasar 100%.

Es importante considerar que el proceso debe efectuarse desde la condición más desfavorable, desde la 5 a la 0.

Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%.

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
104	Losas de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	40	440	440
114	Vigas Principales de Acero Estructural	0	0	0	0	400	400
117	Arriostres de Acero	0	0	0	0	400	400
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	0	60	460	460
301	Capa Asfalto	0	0	120	120	120	120
311	Vereda Concreto	0	0	240	240	240	240
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	400	400	400
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	400	400	400
341	Planchas Deslizantes	0	0	280	280	280	280
353	Barandas de Acero	0	0	0	400	400	400

Como tercer paso, los porcentajes son reajustados nuevamente, tal que la suma sea igual a 100, que corresponde al total del elemento. Se obtiene así, la condición de umbral.

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %						TOTAL (%)
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	40	60	0	100
114	Vigas Principales de Acero Estructural	0	0	0	0	100	0	100
117	Arriostres de Acero	0	0	0	0	100	0	100
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	0	60	40	0	100
301	Capa Asfalto	0	0	100	0	0	0	100
311	Vereda Concreto	0	0	100	0	0	0	100
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	100	0	0	100
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	100	0	0	100
341	Planchas Deslizantes	0	0	100	0	0	0	100
353	Barandas de Acero	0	0	0	100	0	0	100

Para el último paso, se requiere reducir esta condición de umbral a un solo número que constituirá precisamente la condición estadística del elemento. Se adopta un criterio para la obtención de un promedio pesado por elemento. Se obtiene de la siguiente manera:

Los productos del nivel de condición de umbral por el porcentaje ajustado (elevado a la quinta) (entre 100) = (Calificación %)

La suma de estos productos y sacando a raíz quinta de esta suma se obtiene la condición estadística de cada elemento.

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %						CONDICION ESTADISTICA
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	12.8	0.6	0	1.68
114	Vigas Principales de Acero Estructural	0	0	0	0	1	0	1.00
117	Arriostres de Acero	0	0	0	0	1	0	1.00
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	0	19.2	0.4	0	1.81
301	Capa Asfalto	0	0	243	0	0	0	3.00
311	Vereda Concreto	0	0	243	0	0	0	3.00
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	32	0	0	2.00
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	32	0	0	2.00
341	Planchas Deslizantes	0	0	243	0	0	0	3.00
353	Barandas de Acero	0	0	0	32	0	0	2.00

Condición estadística del puente – Condición general del puente

A partir del cálculo de la condición estadística de los elementos, será posible calcular la condición estadística para el puente.

El método es el siguiente:

Determinar el número de elementos del puente (N).

Colocar el factor de importancia de cada elemento, este factor de importancia se encuentra en anexos.

Multiplicar la condición estadística de cada elemento, por su correspondiente factor de importancia. Este producto es denominado contribución del elemento al puente.

Identificar el mayor valor entre la contribución de los elementos.

Hallar la sumatoria de todos los valores de la contribución de los elementos del puente.

Los valores obtenidos se reemplazan en la siguiente formula y con ello hallamos el valor de la condición general del puente

$$\frac{\text{sumatoria} - \text{mayor valor}}{(\text{número de elementos} - 1) \times \text{mayor valor}} + \text{mayor valor}$$

CALIFICACIÓN		RANGO
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
<b>2</b>	<b>REGULAR</b>	<b>2.00-2.99</b>
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PESIMO	5.00-5.99

En este caso nos dio un valor de 2.59 encontrándose en un intervalo de 2.00 a 2.99 en estado REGULAR.

## VI. CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos en la inspección del puente Sojo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Tipos de patologías encontradas:

- Fisuración menor con 6 %
- Eflorescencia con 8%
- Efectos de intemperismo de 23%
- Desgaste superficial del material sellante con 5%
- Decoloración con 7%
- Desprendimientos sin exposición de armadura con 1%
- Rajaduras menores con 2%
- Indicios de cristalización del neopreno con 20%
- Desprendimiento de soldadura menor a 10% con 7%
- Omisión de conexiones menor al 10% con 10%
- Desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos suelto con 3%
- Desprendimiento del concreto con 2%
- Rajaduras mayor a 3mm con 5%
- Soldadura defectuosa entre planchas mayor a 10% con 3%

2. La patología efectos de intemperismo es la que presenta mayor porcentaje con un 23%

3. Analizando los grados de deterioro presente en los elementos del Puente Sojo se puede decir que se encuentra en estado REGULAR.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

### **RECOMENDACIONES:**

#### **Para elementos de concreto:**

Limpieza mediante herramientas manuales, equipo mecánico manual como amoladora y escobillas de acero y agua a presión (incluye posterior secado).

Para las fisuras, reporte y control, eventual aplicación de inyección de lechada y/o mortero fluido con aditivos expansivos o inyección de aditivos epóxicos

Eventual pintado de superficies deterioradas con pintura

Donde existe disgregación o desprendimiento de concreto con exposición de armadura:

- Remoción y eliminación de material suelto, dejando superficie rugosa, (en losas  $\frac{3}{4}$ " bajo la barra),
- En losas delimitar el contorno del área reparada mediante corte, cuadrar los bordes.
- Aplicación de agentes de adherencia: pegamento epóxico y resane con morteros y/o concretos con aditivos expansivos.

#### **Para elementos de acero**

Limpieza con herramientas manuales, aplicación de aire comprimido a la superficie afectada, agua a presión. Uso eventual de castillos o andamios colgantes.

#### **Para la capa de asfalto:**

Atención con parchado si el deterioro por fisura es excesivo en zonas localizadas.

Colocación de sello si la pérdida de espesor es excesiva.

Reforzamiento estructural o recapeado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tadeu N., Lenz A. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PUENTES DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES. Revista Ingeniería de Construcción. 2011. 26(1). 05 – 24.
2. Panqueva R., Jhon E., ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS FÍSICAS DE PUENTES VEHICULARES EN CONCRETO EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO. Trabajo para optar el título de Ingeniero Civil. BOGOTÁ D.C., UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA; Facultad de Ingeniería - Programa de Ingeniería Civil; 2015.
3. Serpa I., María F. - Samper P., Lina M., EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO, PATOLOGÍA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA PATOLOGÍAS MECÁNICAS PRESENTES EN LOS PUENTES VEHICULARES DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Cartagena D.T y C. Universidad de Cartagena; Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil; 2016.
4. Moreno A. NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO "PUENTE ORELLANA" – JAÉN. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca; Facultad de Ingeniería; 2013.
5. Efren A, Rojas, DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANCHARÁ DE

- TIPO VIGA-LOSA, EN EL RÍO PONGORA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, REGIÓN AYACUCHO, MARZO – 2016. Ayacucho. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; Facultad de Ingeniería Civil; 2016.
6. Sáenz A, Richard, “LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PUENTE CHILLÓN Km. 24+239. CARRETERA PANAMERICANA NORTE HABICH – INTERCAMBIO VIAL ANCÓN, PARA POSIBLE INTERVENCIÓN PREVENTIVA”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Lima, Universidad Privada Del Norte; Facultad de Ingeniería Civil; 2016.
  7. Ipanaqué J., Evaluación Técnica de las Estructuras de los Puentes Carrozables de la Región Piura – 2014: Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia, y la Influencia Patológica en su Vida Útil. Piura, Marzo – 2014. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniería Civil. Piura. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; Facultad de Ingeniería Civil; 2014.
  8. Farfán D., DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMON RODRIGUEZ ,CON UNA LONGITUD DE 423.80 MTS, EN EL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA , DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL - 2018. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniería Civil. Piura. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; Facultad de Ingeniería Civil; 2018.

9. Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 “Manual de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú [seriada en línea 2016], [acceso el 10 de Mayo 2018], disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/8044.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8044.pdf).
10. Ministerio de transportes y comunicaciones, GUÍA PARA INSPECCIÓN, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUENTES. Lima. 2008.
11. Ministerio de transportes y comunicaciones. FICHA GUIA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DAÑOS DE PUENTES. 2008.
12. Morales H. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES DE FÁBRICA. Proyecto Fin de Máster. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Superior de Ingeniería Civil, 2016.
13. AASHTO. Diseño de Puentes. Pág. 1–10. Edición 2017.
14. Contreras P., Cindy – Reyes R., Erika. EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE ROMERO AGUIRRE. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. CARTAGENA – D. T. y C. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA; Facultad de Ingeniería; Programa de Ingeniería Civil; 2014.
15. Ventura M, Puentes y Obras de Paso, Magma [seriada en línea] 2011 [citado 2018 Mayo 19], disponible en : [http://cef.uca.edu.sv/descargables/2011\\_12\\_cursoMAGMA/presentacion\\_puentes.pdf](http://cef.uca.edu.sv/descargables/2011_12_cursoMAGMA/presentacion_puentes.pdf).
16. Meza O., Dhayan R.- Sánchez N., Henry E., DISEÑO DE UN PUENTE SOBRE EL RIO OLIHOCO KM. 27+000 ENTRE LOS ANEXOS DE YANASARA Y PALLAR, DISTRITO DE CURGOS- SÁNCHEZ

- CARRIÓN – LA LIBERTAD. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. La Libertad; 2015.
17. Cuba C, Erik S. – Mendoza M, Omar – Tinoco Z, Roberto. DISEÑO DE ESTRUCTURAS VIALES – PUENTE DE ACERO. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/ecubacordova/puente-de-acero>. Diciembre 2012.
  18. González D, Ángel. Arriostramiento. Recuperado de: [https://wiki.ead.pucv.cl/Angel\\_Gonz%C3%A1lez\\_D%C3%ADaz\\_Ficha\\_08/14082014](https://wiki.ead.pucv.cl/Angel_Gonz%C3%A1lez_D%C3%ADaz_Ficha_08/14082014). Esta página fue modificada por última vez el 20 agosto 2014 a las 21:44. El contenido está disponible bajo la licencia Creative Commons Con Atribución y Compartir Igual 3.0 a
  19. Rodríguez S, Arturo. PUENTES Con AASHTO-LRFD 2010. Primera Edición. Pág. I3 – I-7. 2012.
  20. Muñoz J., Agüero P., Vargas S., Villalobos E., Vargas L., Barrantes R., et al. GUÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PUENTES EN COSTA RICA MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL. LanammeUCR. Programa de Infraestructura del Transporte. Unidad de Puentes. San José, 2015.
  21. Matute Rubio, L., & Pulido Sánchez, I. (2012). Medidas eficientes en la conservación de puentes. Vi Congreso Nacional de la Ingeniería Civil, (pág. 33). Valencia, España.
  22. Gutiérrez C. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL PUENTE ELEVADO LOS DOS CAMINOS UBICADO EN EL MUNICIPIO SUCRE, ESTADO MIRANDA CARACAS – VENEZUELA. Proyecto de Grado para optar el

Título de Ingeniero Civil. Universidad Nueva Esparta; Facultad de Ingeniería,  
2014.

23. Ortega Y, Quintero K, Durabilidad del Concreto. Prezi [seriada en línea]  
2015 [citado 2018 Mayo 20], disponible en  
<https://prezi.com/bjull8e1e13f/durabilidad-del-concreto/>
24. Sánchez de Guzmán, Durabilidad y Patología del Concreto. 2da ed. Santa Fé  
de Bogotá, D.C, Colombia: Asocreto; 2011.
25. Broto C., Carles - Soria Verónica Enciclopedia BROTO Patologías de la  
construcción, Volumen 4. 2006.

## ANEXOS

### ANEXO 01

**Tabla 18** *Relación de elementos conformantes de un puente y factor de importancia*

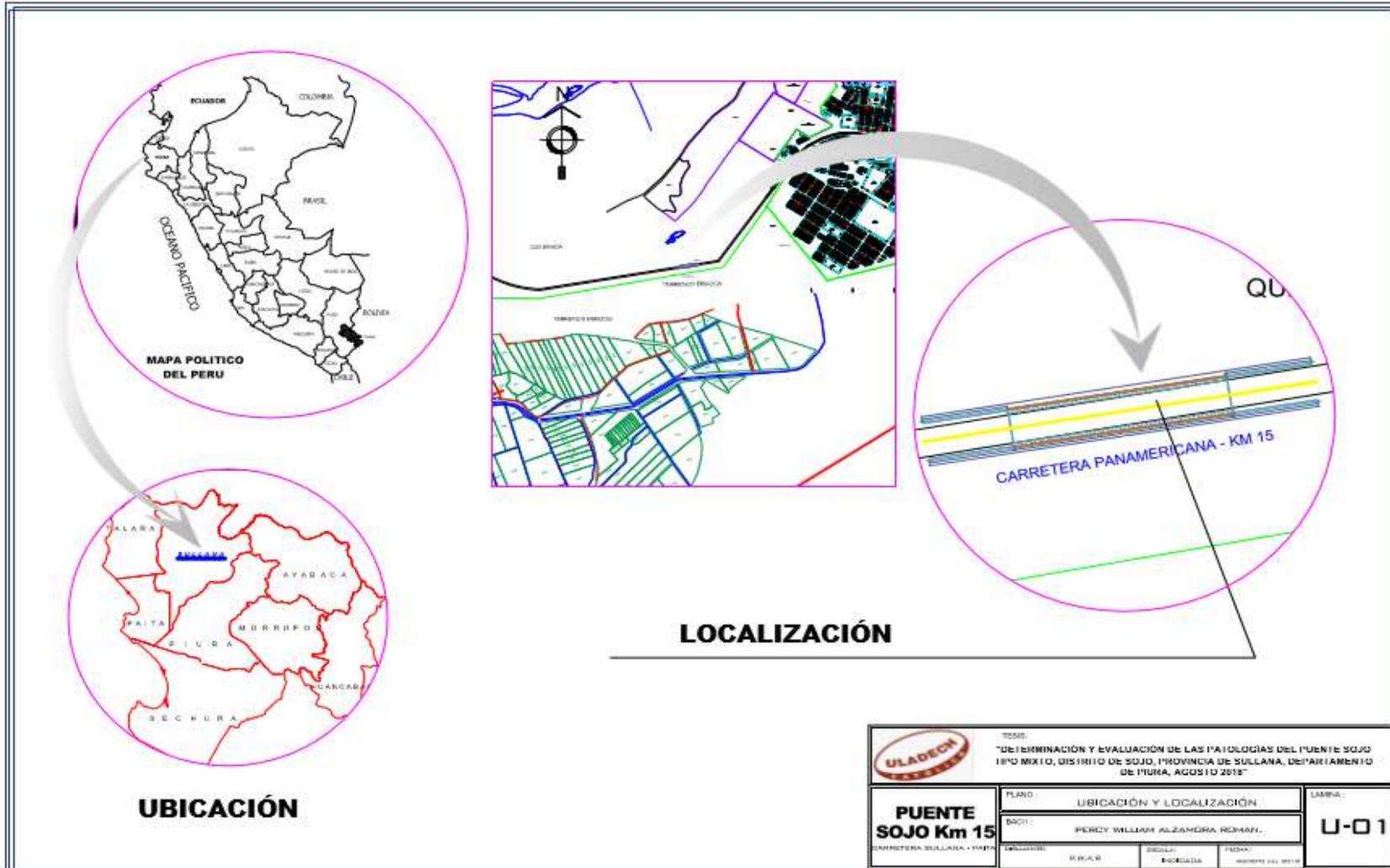
*Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones*

<b>CODIF. ELEMENTO</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>FACTOR DE IMP.</b>
Elemento N° 101 :	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1.00
Elemento N° 104 :	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1.00
Elemento N° 102:	Losa de concreto pretensado (Pretensado Longitudinal)	1.00
Elemento N° 105:	Losa de concreto pretensado (Pretensado Transversal)	1.00
Elemento N° 103:	Losa de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 106:	Plancha Metálica Corrugada	1.00
Elemento N° 107:	Tablero de Madera	1.00
Elemento N° 110:	Viga Principales concreto armado	1.00
Elemento N° 111:	Vigas Secundarias de concreto armado	1.00
Elemento N° 112:	Vigas Principales de concreto pretensado	1.00
Elemento N° 113:	Vigas Secundarias de concreto Pretensado	1.00
Elemento N° 114:	Vigas Principales de Acero Estructural	1.00
Elemento N° 115:	Vigas Secundarias de Acero	1.00
Elemento N° 161:	Vigas Transversales y Largueros de Acero	1.00
Elemento N° 116:	Vigas de Madera	1.00
Elemento N° 117:	Arriostres de Acero	1.00
Elemento N° 131:	Columnas de concreto armado	1.00
Elemento N° 132:	Columnas de concreto pretensado	1.00
Elemento N° 133:	Columna de acero estructural	1.00
Elemento N° 134:	Muros de Concreto Armado	1.00
Elemento N° 135:	Muros de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 136:	Tirante de Concreto Pretensado en pórticos	1.00
Elemento N° 145:	Arco de concreto armado	1.00
Elemento N° 146:	Arco de acero estructural	1.00
Elemento N° 160:	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero	1.00
Elemento N° 168:	Estructura Metálica Bailey	1.00

Elemento N° 180:	Cables Principales de Acero	1.00
Elemento N° 181:	Barras de Anclaje en puentes colgantes	1.00
Elemento N° 182:	Torres de Acero	1.00
Elemento N° 183:	Péndolas de Acero con Sockets	1.00
Elemento N° 184:	Accesorios (Sillas de Montar, Montura de Péndolas) en puentes colgantes	1.00
Elemento N° 185:	Vigas de Rigidez	1.00
Elemento N° 186:	Arriostres de Acero	1.00
Elemento N° 190:	Losa de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 191:	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1.00
Elemento N° 192:	Muros de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 193:	Muros de Concreto Armado Alcantarilla	1.00
Elemento N° 196:	Plancha Metálica Corrugada (TMC)	1.00
Elemento N° 201:	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 204:	Elevación Alas del Estribo Concreto Simple	1.00
Elemento N° 240:	Elevación de Pilares Concreto Simple	1.00
Elemento N° 202:	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1.00
Elemento N° 205:	Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado	1.00
Elemento N° 241:	Elevación de Pilares Concreto Armado	1.00
Elemento N° 203:	Elevación Cuerpo del Estribo Madera	1.00
Elemento N° 206:	Elevación Alas del Estribo Madera	1.00
Elemento N° 207:	Elevación Cuerpo del Estribo de Mampostería de Piedra	1.00
Elemento N° 208:	Elevación Alas del Estribo Mampostería de Piedra	1.00
Elemento N° 215:	Zapata de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 216:	Zapata de Concreto armado para Estribos	1.00
Elemento N° 217:	Zapata de Mampostería de Piedra	1.00
Elemento N° 220:	Caisson de Concreto Simple	1.00
Elemento N° 221:	Caisson de Concreto Armado	1.00
Elemento N° 230:	Pilotes de Concreto Armado	1.00
Elemento N° 231:	Pilotes de Acero Estructural	1.00
Elemento N° 232:	Pilotes de Madera	1.00
Elemento N° 242:	Elevación de Pilares de Madera	1.00

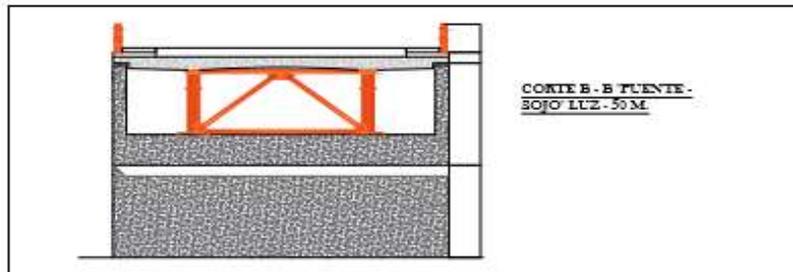
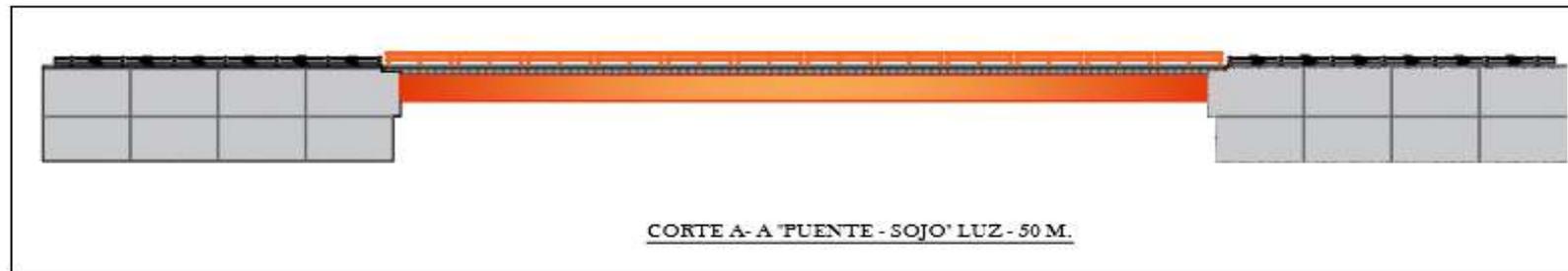
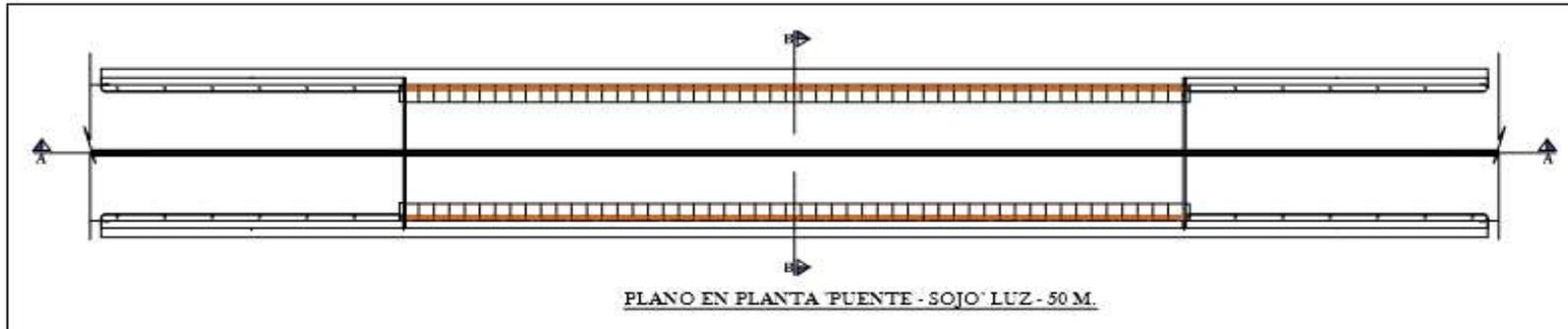
Elemento N° 301 :	Capa Asfalto	0.60
Elemento N° 302:	Capa Concreto Pobre	0.60
Elemento N° 303 :	Tablones de Madera	0.60
Elemento N° 311 :	Vereda Concreto	0.60
Elemento N° 313:	Vereda de Madera	0.60
Elemento N° 321 :	Apoyo fijo Neopreno	0.60
Elemento N° 322 :	Apoyo deslizante de neopreno	0.60
Elemento N° 323 :	Apoyo Deslizante Acero	0.60
Elemento N° 325 :	Apoyo Roller Acero	0.60
Elemento N° 326 :	Apoyo Rocker Acero	0.60
Elemento N° 324 :	Apoyo articulado de acero	0.60
Elemento N° 327 :	Apoyo articulado Concreto	0.60
Elemento N° 328:	Apoyo Rocker de Concreto	0.60
Elemento N° 329::	Apoyo Eslabón y Pin (Vigas Gerber)	0.60
Elemento N° 341 :	Planchas Deslizantes	0.60
Elemento N° 342:	Tipo Peine	0.60
Elemento N° 343 :	Tipo Compresible / Expandible Celular	0.60
Elemento N° 344 :	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido	0.60
Elemento N° 351:	Barandas de Madera	0.60
Elemento N° 352:	Barandas de Concreto	0.60
Elemento N° 353 :	Barandas de Acero	0.60
Elemento N° 354:	Parapeto de Concreto Armado	0.60
Elemento N° 355:	Guardavías	0.60
Elemento N° 401 :	Márgenes del río	0.40
Elemento N° 402 :	Lecho del río	0.40
Elemento N° 406 :	Enrocado	0.40
Elemento N° 410 :	Muro de Concreto Simple.	0.40
Elemento N° 411:	Muro de Concreto Armado – Cauce	0.40
Elemento N° 412:	Solado Concreto Simple	0.40
Elemento N° 413 :	Solado Concreto	0.40
Elemento N° 501 :	Señalización	0.00
Elemento N° 503 :	Muro de Concreto Simple – Accesos	0.00
Elemento N° 504:	Muro de Concreto Armado en accesos	0.00
Elemento N° 505:	Zapata de Concreto Simple en muros de contención	0.00
Elemento N° 506 :	Zapata de Concreto armado	0.00
Elemento N° 526:	Alcantarilla de Plancha Corrugada TMC	0.00

**ANEXO 02**



	TÍTULO: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO 18º MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE ICA, AÑO 2018"		
	PLANO: <b>PUENTE SOJO Km 15</b> <small>CARRERA SULLANA - ICA</small>	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	LÁMINA: <b>U-01</b>
AUTOR: PERCY WILLIAM ALZANDRA ROMÁN,	DISEÑO: R.F.A.R.	REVISIÓN: R.F.A.R.	FECHA: MARZO DEL 2018

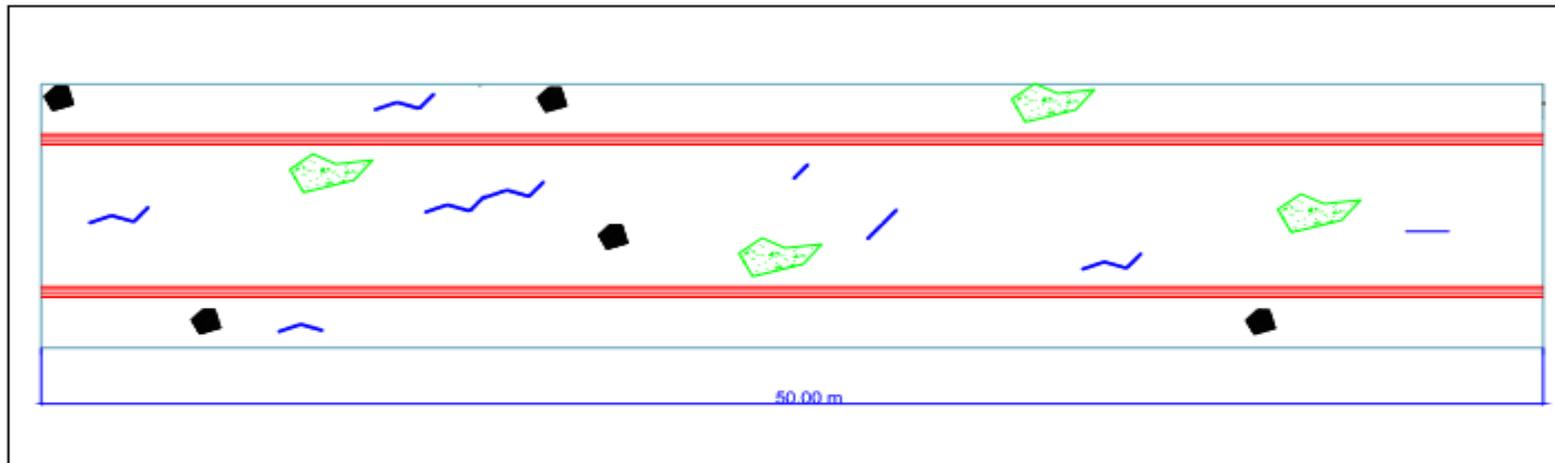
ANEXO 03



	TÍTULO "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO TIPO MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018"		
	PLANO: ARQUITECTURA	LÁMINA:	
<b>PUENTE SOJO Km 15</b> <small>CARRIQUERA SULLANA - PIURA</small>	DISEÑADO POR: PERCY WILLIAM ALZAMORA ROMAN.	<b>A-01</b>	
APROBADO POR: M. R. J. A.	ESCALA: ENZAGUAS	FECHA: ABRIL 02, 2018	

ANEXO 04

DETALLE DE LOSA INFERIOR  
(ANEXO 04)



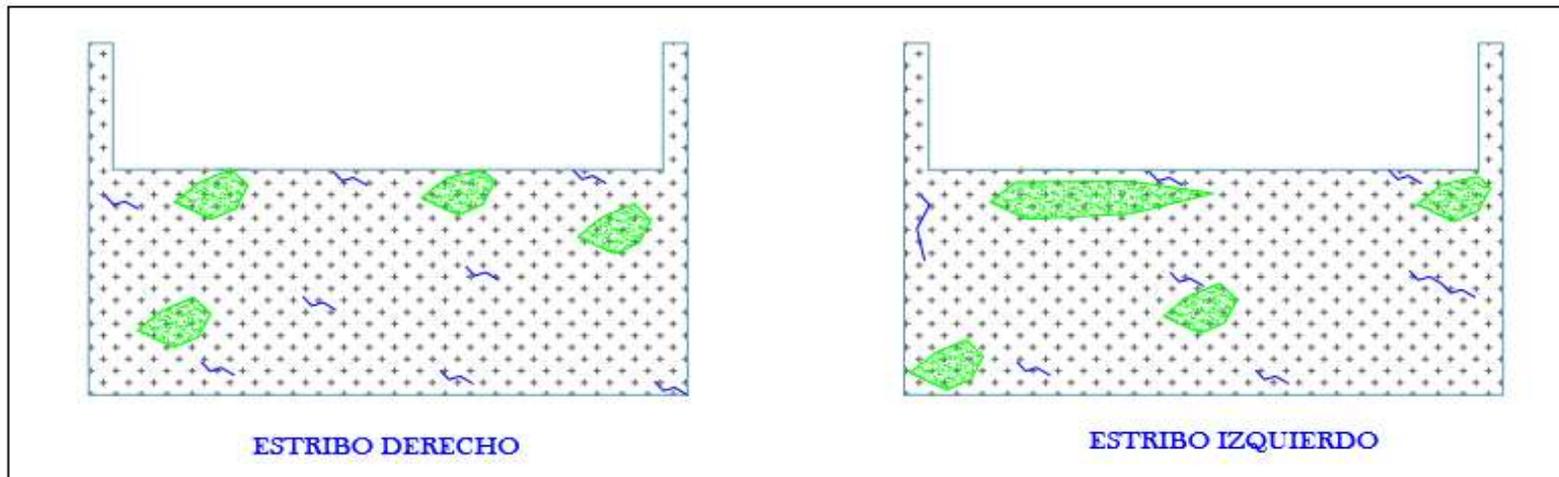
LEYENDA

-  Eflorescencia
-  Fisuración menor
-  Desprendimiento sin exposición de armadura

	TESIS: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO 18°O NEX 10, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE TUMBES, AGOSTO 2018"		
	PLANO: <b>PUENTE                  SOJO Km 15</b> <small>CARRTERA SULLANA - PAPA</small>	TEMA: MAPEO DE DETERIORO	LÍNEA: MD-01
	AUTOR: PERDY WILLIAM ALZANDORA ROMAN		
	REGISTRO: PAPA 19	ENTIDAD: INCECATA	FECHA: 18/08/2018

ANEXO 05

DETALLE DE CUERPO DE ESTRIBO  
(ANEXO 05)



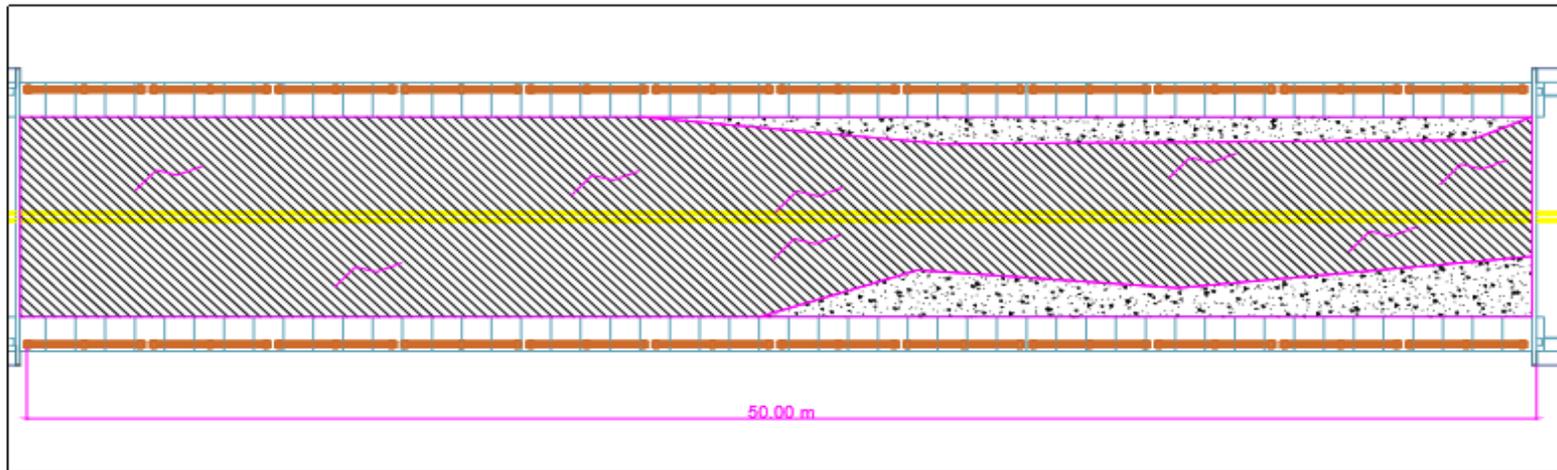
**LEYENDA**

-  Eflorescencia
-  Rajaduras menores
-  Eflorescencia y efectos por intemperismo

	<small>TÍTULO:</small> "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO (R'D MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA, AGOSTO 2018)"		
	<b>PUENTE SOJO Km 15</b> <small>CARRITERA SULLANA - PIURA</small>	<small>PLANO:</small> MAPEO DE DETERIORO <small>BAJO:</small> PERCY WILLIAM ALZANDORA ROMÁN	<small>LÁMINA:</small> <b>MD-02</b>
	<small>ENCUADRE:</small> P.A.C.B.	<small>ESCALA:</small> 1:50000	<small>FECHA:</small> AGOSTO DEL 2018

**ANEXO 06**

**DETALLE DE CAPA DE ASFALTO  
(ANEXO 06)**



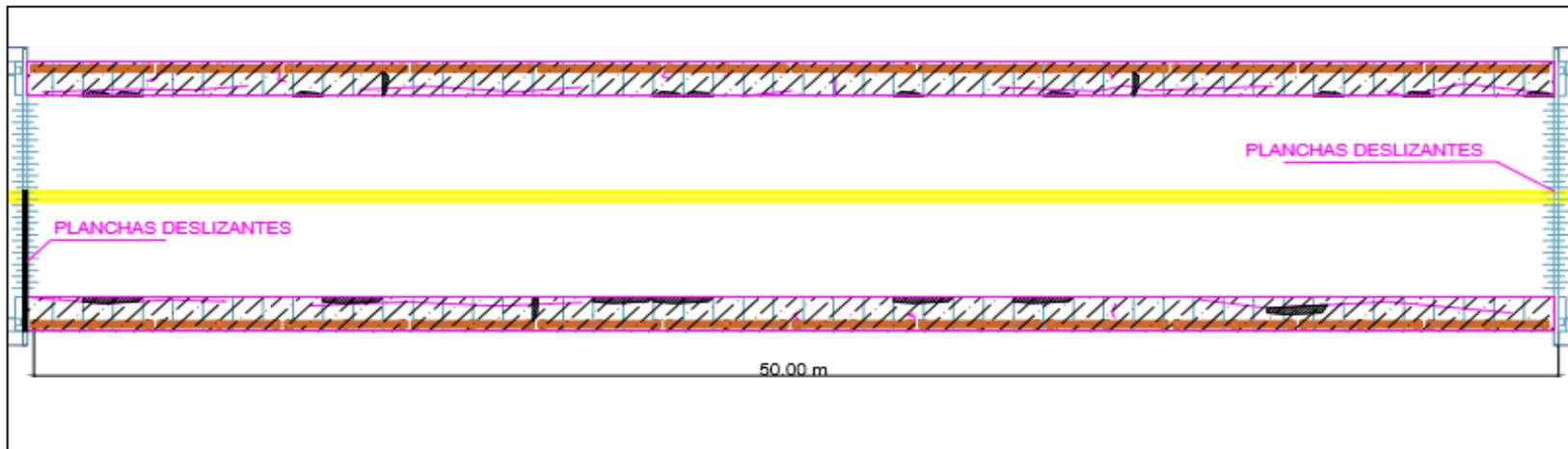
**LEYENDA**

-  Desgaste del material sellante
-  Fisuraciones menores
-  Desintegración de la capa de asfalto

	TÍTULO: "DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL PUENTE SOJO III'O MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE TURA, AGOSTO 2018"		
	PLANO: <b>PUENTE                  SOJO Km 15</b> <small>CARRETERA SULLANA - PAPA</small>	MAPED DE DETERIORO	LIBRO:
INGENIERO: P. W. A. R.	ESPECIALIDAD: INGENIERIA	FOLIO: 48/0000 000 00110	
		<b>MD-03</b>	

ANEXO 07

DETALLE DE VEREDAS DE CONCRETO Y PLANCHAS DESLIZANTES  
(ANEXO 07)



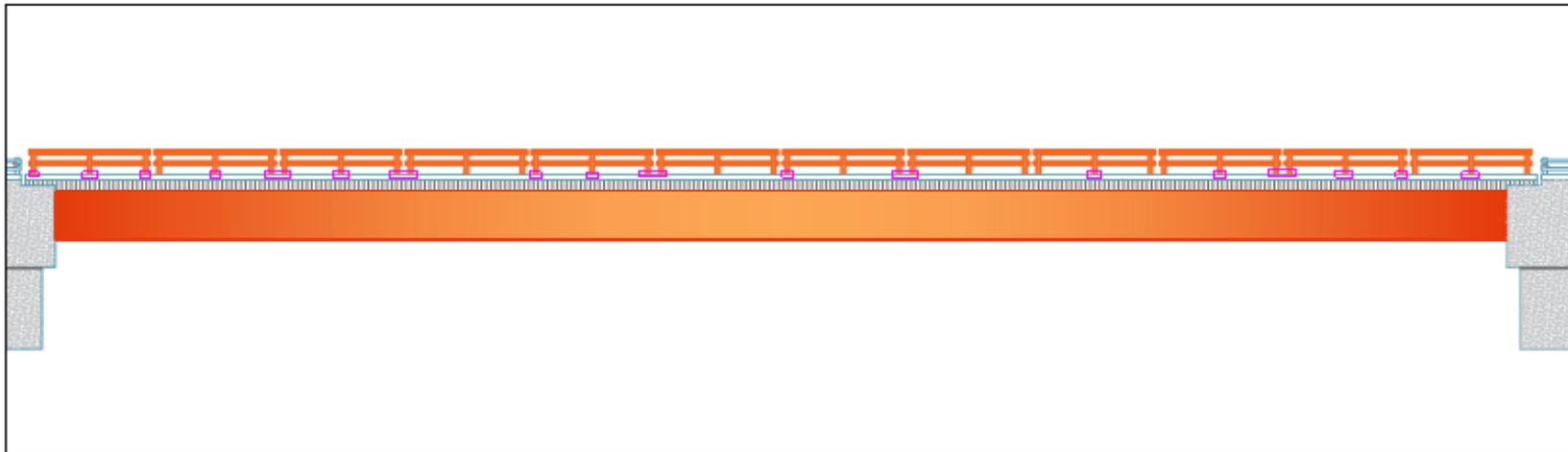
LEYENDA

-  Decoloración y efectos por intemperismo
-  Rajaduras mayor a 3mm
-  Desprendimiento del concreto
-  Soldadura defectuosa

	TESIS: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO 18°O MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE TURA, AGOSTO 2016"		
	PLANO: <b>PUENTE SOJO Km 15</b> <small>CARRERA SULLANA - PATA</small>	MAPED DE DETERIORO BACH: PERCY WILLIAM ALZAMORA ROMAN.	LAMINA: <b>MD-04</b>
PRESENTADO: P.W.A.R	ESPECIAL: INGENIERIA	FECHA: ABRIL 2016	

**ANEXO 08**

**DETALLE DE BARANDAS DE CONCRETO  
(ANEXO 08)**



**LEYENDA**

 Omisión de soldadura

	TÍTULO: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE SOJO III°O MIXTO, DISTRITO DE SOJO, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE TUMBES, AGOSTO 2018"		
	PLANO: <b>PUENTE SOJO Km 15</b> <small>CARRERA SULLANA - DINTA</small>	MAPED DE DETERIORO	LÁMINA: <b>MD-05</b>
	DISEÑADO: P.M.A.R.	ESCALA: 1:100	FECHA: AGOSTO del 2018
	AUTOR: PERCY WILLIAM ALZAMORA ROMAN.		



**ANEXO 10**

**Panel fotográfico**



***Fig. 01*** Acceso al Punte Sojo longitud 50.00m

**Fuente: Elaboración propia**



***Fig. 02*** Vista del puente Sojo

**Fuente: Elaboración propia**