



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE
INDEPENDENCIA (LONG. 227m) – DISTRITO DE
CATACAOS – PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE
PIURA, FEBRERO 2019”**

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

AUTOR:

BACH. KARL MANFREDT TALLEDO SILVA

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

**PIURA – PERÚ
2019**

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia
Presidente

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova
Secretario

Ing. Orlando Valeriano Suarez Elías
Miembro

Mgtr. Carmen Chilón Muñoz
Asesor

AGRADECIMIENTO

Mi más cordial agradecimiento a los ingenieros y Amigos del Gobierno Regional Piura, así mismo a esas valiosas personas del Grupo Cobra Infraestructuras Hidráulicas, no solo por brindarme y compartir parte de su vasta experiencia profesional sino también como personas al alentarme a culminar este objetivo de llegar a ser un profesional.

Mi agradecimiento a aquellos docentes sinceros por impartir sin ningún prejuicio sus conocimientos, en el transcurso de mi formación académica. Al Mgtr. Carmen Chilón Muñoz, por su consideración y orientación hacia mi persona con el fin de culminar este proyecto de tesis.

Gracias a mis amigos de estudios que me apoyaron de alguna u otra forma en el trayecto de esta carrera. A aquellos que sin su ayuda no hubiese podido presentar esta tesis, Gracias de corazón.

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial por el don de la vida y a mi hermano Jesucristo por su fortaleza espiritual para perseverar a pesar de todos los desafíos presentados durante esta carrera. A mis padres por su ejemplo de que nada en esta vida se logra fácil. A mis hijos Zack y Logan porque ellos son mi inspiración para ser alguien cada vez mejor. A mi hno. Zahid que fue quien me impulsó a seguir esta carrera, por su apoyo y porque siempre estuvo allí. Por último, a todas las personas entre familiares y amigos que me alentaron moralmente, no las menciono, porque no terminaría y podría cometer algún olvido injusto que, que yo mismo no me disculparía.

RESUMEN

La presente tesis tiene como **objetivo principal** Determinar y Evaluar las patologías en el concreto armado en los elementos estructurales del Puente Independencia, distrito de Catacaos - Provincia de Piura - Piura.

Como **metodología de investigación** se siguió la **metodología SCAP** según la Guía para inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes del MTC, como parte del Sistema de gestión e Infraestructura Vial del Perú.

El Planteamiento de la investigación fue: ¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente Independencia, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en dicho Puente?

La Población o universo estuvo conformada por todos los puentes del departamento de Piura., **la Muestra** fue constituida por todos los elementos estructurales de dicho puente.

Se determinó que el 60% de los componentes en los elementos estructurales del puente en estudio presentan patologías; por lo tanto, con la aplicación de la **técnica de observación** y como **instrumento de recolección** de datos una ficha de inspección, que luego fue debidamente procesada, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición de los elementos estructurales del puente.

Finalmente se estableció un diagnóstico sobre su estado, siendo las de mayor incidencia: eflorescencia, grietas y erosión por abrasión y la patología de mayor preocupación las fracturas. Concluyéndose que los elementos estructurales del Puente Independencia se encuentran en una condición estadística de **3.44** es decir un estado “**Malo**”.

Palabras clave: *Puente, Patologías, Concreto, Tablero, Fractura.*

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to determine and evaluate the pathologies in reinforced concrete in the structural elements of the Independence Bridge, district of Catacaos - Province of Piura - Piura.

As part of the Road Management and Infrastructure System of Peru.

The approach of the investigation was: To what extent the Determination and Evaluation of the pathologies of the reinforced concrete in the elements of the Independence bridge, we cannot obtain the level of severity of the pathologies of the concrete in said Bridge?

The population or the universe was made up of all the bridges of the department of Piura

It was determined that 60% of the components in the structural elements of the bridge in the study present pathologies; therefore, with the application of the observation technique and as an instrument of data collection an inspection record, which was then processed, identifying the evaluation parameters, determining the condition index and obtaining the condition of structural elements of the bridge

Finally, a diagnosis about its condition has been published, the main consequences being: efflorescence, cracks and abrasion erosion and the pathology of greatest concern fractures. The conclusion that the structural elements of the Independence Bridge are in a statistical condition of 3.44 is a "Bad" state.

Keywords: *Bridge, Pathologies, Concrete, Board, Fracture.*

CONTENIDO

1. TITULO	I
2. FIRMA DE JURADO Y ASESOR	II
3. AGRADECIMIENTO	III
4. RESUMEN Y ABSTRACT	V
5. CONTENIDO	VII
6. INDICE DE IMÁGENES	IX
7. INDICE DE TABLAS Y CUADROS	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1. ANTECEDENTES	3
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	3
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	8
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	12
2.2. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.2.1. PUENTE.....	16
2.2.2. COMPONENTES DE UN PUENTE	17
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE PUENTES	20
2.2.4. TIPOLOGÍA DE PUENTES.....	20
2.2.5. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL	26
2.2.5. TIPO DE LESIONES EN EL CONCRETO.....	26
2.2.5.1. LESIONES FÍSICAS.....	27
2.2.5.2. LESIONES MECÁNICAS	28
2.2.5.3. LESIONES QUÍMICAS	35
2.2.6. INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO	38
2.2.7. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE PATOLOGÍAS EN SITU	38
2.2.8. SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES (SGP)	40
2.2.8.1. INVENTARIO DE PUENTES.....	40
2.2.8.2. INSPECCIÓN DE PUENTES.....	41
2.2.8.2. ESTADO DE CONDICIÓN DE PUENTES.....	42
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2. EL UNIVERSO Y MUESTRA	40
3.2.1. UNIVERSO	46
3.2.2. MUESTRA	46
3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46

3.3.1. TÉCNICAS.....	46
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	46
3.4. PLAN DE ANÁLISIS.....	47
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA	59
3.6. PRINCIPIOS ÉTICOS	60
IV. RESULTADOS.....	62
4.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS	78
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	79
V. CONCLUSIONES.....	80
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.....	80
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1:</i> Puente a estudiar	3
<i>Imagen 2:</i> Vista del tráfico.....	7
<i>Imagen 3:</i> Caída de puente sobre el rio Reque – Lambayeque	9
<i>Imagen 4:</i> Ubicación del Puente Chaquimayo	10
<i>Imagen 5:</i> Puente Miguel Grau – Piura	12
<i>Imagen 6:</i> Vista Panorámica del Puente Sánchez C.	15
<i>Imagen 7:</i> Partes de un puente	17
<i>Imagen 8:</i> Tajamar	19
<i>Imagen 9:</i> Puente de losa	21
<i>Imagen 10:</i> Puente viga losa de concreto armado	21
<i>Imagen 11:</i> Puente de losa con viga de concreto pretensado	22
<i>Imagen 12:</i> Puentes vigas cajón pretensadas	22
<i>Imagen 13:</i> Puentes de tableros mixtos	23
<i>Imagen 14:</i> Puentes reticulados de acero	23
<i>Imagen 15:</i> Puentes de Arco	24
<i>Imagen 16:</i> Puentes Atirantados.....	24
<i>Imagen 17:</i> Puentes Pórticos	25
<i>Imagen 18:</i> Puentes Colgantes	25
<i>Imagen 19:</i> Estribo con presencia de humedad	27
<i>Imagen 20:</i> Desprendimiento de concreto en una viga.....	28
<i>Imagen 21:</i> Impacto en la estructura del puente.....	29
<i>Imagen 22:</i> Desgaste de pavimento	30
<i>Imagen 23:</i> Socavación de pilar de puente	30
<i>Imagen 24:</i> Daños por retracción de hormigón	31
<i>Imagen 25:</i> Grietas por flexión y tracción de un elemento	32
<i>Imagen 26:</i> Grietas longitudinales por falta de adherencia	33

<i>Imagen 27: Patrón de fractura de borde, por rigidez del apoyo</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 28: Patrón de falla local por aplastamiento debida a una carga concentrada en una columna.</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 29: Mecanismos de deterioro del concreto por ataques de sulfatos</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 30: Eflorescencia en elementos estructurales</i>	<i>37</i>
<i>Imagen 31: Vista general del puente independencia</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 32: Área afectada en barandas</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 33: Área afectada en veredas</i>	<i>67</i>
<i>Imagen 34: Área afectada en junta de expansión y contracción.....</i>	<i>69</i>
<i>Imagen 35: Área afectada en tablero</i>	<i>71</i>
<i>Imagen 36: Área afectada en vigas principales</i>	<i>73</i>
<i>Imagen 37: Área afectada en vigas diafragmas.....</i>	<i>75</i>
<i>Imagen 38: Área afectada en pilares.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 39: Gráfica de barras de la condición estadística del elemento.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 40: Gráfica de barras de los factores de importancia de los elementos</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 41: Gráfica de barras de la contribución del elemento al puente</i>	<i>79</i>

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

<i>Tabla 1:</i> Grado de severidad de la condición global de puente (2015)	13
<i>Tabla 2:</i> Grado de severidad de la condición global de puente (2016)	14
<i>Tabla 3:</i> Grado de severidad de la condición global de puente (2018)	14
<i>Tabla 4:</i> Cuadro general de lesiones	39
<i>Tabla 5:</i> Coeficientes para calcular el índice de suficiencia	43
<i>Tabla 6:</i> Porcentaje de evaluación de campo de cada elemento del puente.....	49
<i>Tabla 7:</i> Ajuste según porcentaje umbral	50
<i>Tabla 8:</i> Porcentajes ajustados acumulados de la condición	51
<i>Tabla 9:</i> Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%.....	52
<i>Tabla 10:</i> Suma de porcentajes acumulados de la condición para cada elemento.....	52
<i>Tabla 11:</i> Reajuste de valores hasta sumar 100% desde la condición más desfavorable.....	53
<i>Tabla 12:</i> Condición estadística de cada elemento, utilizando el quinto momento.....	55
<i>Tabla 13:</i> Condición estadística del puente	57
<i>Tabla 14:</i> Condición estadística del puente	58
<i>Tabla 13:</i> Grado de severidad de la condición global de puente (2019)	58
<i>Tabla 16:</i> Matriz de Consistencia.....	59
<i>Tabla 17:</i> Cuadro de condición global de puente.....	63
<i>Tabla 18:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 01	64
<i>Tabla 19:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 02.....	66
<i>Tabla 20:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 03.....	68
<i>tabla 21:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 04.....	70
<i>Tabla 22:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 05.....	72
<i>Tabla 23:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 06.....	74
<i>Tabla 24:</i> Cuadro de diagnóstico de Muestra 07.....	76
<i>Tabla 25:</i> Cuadro de grado de severidad de la condición global del Puente Independencia	79

I.- INTRODUCCIÓN

Esta Tesis se desarrollará para solucionar la problemática de esta estructura, las cuales radican en el deterioro del concreto armado y un buen diseño de toda la estructura de dicho puente.

Las causas del deterioro del concreto pueden ser múltiples, sin embargo podemos observar que se adolece de un buen diseño y mantenimiento, ya que en muchos partes aparecen pequeñas fisuras y en otros casos grietas, hasta erosiones lo que hace ver que hay problemas de orden constructivo, de materiales, de una buena supervisión en el proceso constructivo, y sobre todo de la falta de un buen mantenimiento; tal es así que en la mayoría de estas estructuras se encuentran con patologías a temprana edad.

Por la importancia que tienen los puentes en nuestro entorno, se hace necesario enfocarse en las causas puntuales que ocasionan las patologías para así evitar gastos innecesarios en trabajos correctivos y por el contrario brindar una estructura que ofrezca las mejores condiciones de circulación de los vehículos con rapidez, comodidad, seguridad y óptima economía.

El objetivo general es determinar y evaluar las patologías existentes del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Independencia del distrito de Catacaos, provincia y departamento de Piura. Así mismo calcular el nivel de severidad de las patologías del concreto e identificar sus incidencias en toda la estructura del puente y por ende en el tránsito vehicular y peatonal. La investigación a realizar será netamente de tipo Descriptivo y Visual. En tal sentido el presente trabajo se desarrollará aplicando la Guía de Inspección del MTC – 2008, para obtener el nivel de severidad de las Vigas principales, diafragmas, barandas, vereda, tablero, capa de rodadura, pilares, estribos y cimientos, etc.

Para lograr el objetivo general se necesitan de algunos **objetivos específicos**:

- Identificar las patologías del concreto existente en los elementos estructurales del Puente Independencia.
- Determinar los tipos de patologías que presentan las estructuras de concreto armado de los elementos estructurales del puente Independencia.

- Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto que se encuentra en los elementos estructurales del Puente en estudio.

Teniendo en consideración la problemática anteriormente mencionada. La presente investigación **se justifica** por la necesidad de conocer cuál es el estado actual y la condición de servicio del Puente Independencia, esto se determinará de acuerdo al tipo de patologías que se puedan identificar. Todo esto nos servirá para la toma de decisiones y poder concluir en el mantenimiento, la rehabilitación o reconstrucción del mismo. Así también se compartirá dicha información con la Municipalidad Distrital de Catacaos para que pueda servir de base en futuras decisiones de reparación, mantenimiento o reconstrucción.

El procesamiento de los datos e información recolectada se realizó de acuerdo al plan de análisis establecido para este estudio, empleando la metodología del SCAP (Sistema Computarizado de Administración de Puentes). Donde se obtuvo como **resultados** una condición global del puente de **3.44** por causa de las patologías encontradas en los distintos elementos estructurales del puente.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- ANTECEDENTES

2.1.1.- ANTECEDENTES INTERNACIONALES

A) INSPECCION Y EVALUACIÓN DE PATOLOGIAS EN PUENTES DE HORMIGON ARMADO, 2012 – URUGUAY. (1)

(Schierloh M. 2012)

El presente documento de investigación es una exposición por la Mg. Ingeniera Schierloh María Inés de la Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ingeniería. Como Objetivo General Se propuso realizar una inspección y posterior evaluación patológica del estado de los puentes de hormigón armado de la red vial provincial, con el propósito de obtener un diagnóstico de las condiciones en que se encuentran, con el fin, de especificar las intervenciones necesarias, esquemas de reparaciones y recomendaciones generales. Los puentes a estudiar fueron:

- 1.- Puente Sobre Arroyo Calá.
- 2.- Puente Alto Nivel sobre vías de ferrocarril.
- 3.- Puente sobre Arrollo la Esperanza.
- 4.- Puente Sobre Arroyo Gená.
- 5.- Puente sobre Río Gualaguaychú.

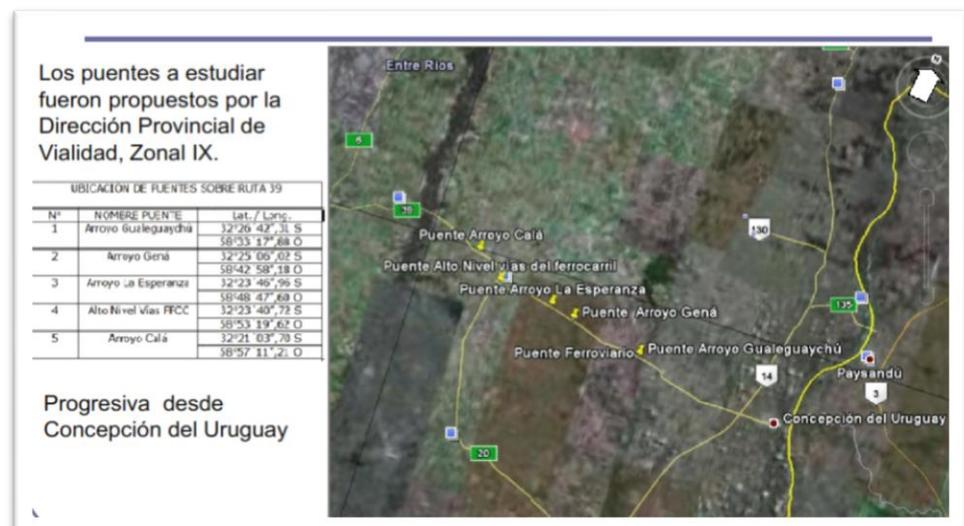


Imagen 1. Puentes a estudiar
Fuente: Mg. Ing. Schierloh María Inés

Y como objetivos específicos tuvo:

- Desarrollar una metodología de estimación y evaluación de daño en estructuras de puentes.
- Aplicar dichas metodologías a cinco puentes de hormigón armado, seleccionados por la Dirección Provincial de Vialidad, Zonal IX Uruguay.
- Identificar los defectos y detectar fuentes potenciales de problemas que puedan afectar su condición de servicio, la durabilidad o la seguridad.

CONCLUSIONES:

De los cinco puentes inspeccionados, en dos de ellos se observaron las estructuras con pocos problemas constructivos y en buen estado en general, estos son: el puente Alto Nivel sobre las vías del ferrocarril en Basavilbaso y el puente sobre Arroyo La Esperanza, si bien en el primer caso se observaron faltas de terminaciones, signos de haber sido interrumpida la construcción antes de su finalización, no se detectaron patologías que pongan de manifiesto la posibilidad de que se estén desarrollando procesos corrosivos en sus armaduras. Se recomiendan trabajos de mantenimientos rutinarios, e inspecciones anuales.

En los tres restantes, si se apreciaron afectaciones de diferentes índoles, que ameritan continuar con las inspecciones detalladas, como son:

En el 75% de los elementos analizados se detectaron problemas de corrosión de armaduras causadas, en principio, por la suma de diferentes factores. Comparándolos con el modelo de Vida Útil dado por Tutti (1982) (2), se puede concluir que el proceso de corrosión está en período de propagación. En estos casos se considera necesario establecer el grado y ritmo de deterioro de la estructura mediante mediciones de velocidad de corrosión. Estudios de este tipo son fundamentales a la hora de encarar tareas de mantenimiento o de reparación.

B) EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE ROMERO AGUIRRE. COLOMBIA (3)

Cindy A. Contreras Pérez, Erika Reyes Ravelo (2014) nos exponen en su tesis la cual tiene por objetivo realizar una evaluación cualitativa y diagnóstico patológico del Puente Romero Aguirre de Cartagena de Indias, ya que a través de esta evaluación patológica se identifican y caracterizan las patologías que presenta el mismo. A partir de los resultados de este estudio se planificarán las acciones necesarias para preservar esta estructura, además se protegerá la vida de los peatones y vehículos que transitan por este puente. Principalmente se realizó una inspección visual y detallada mediante un archivo fotográfico, mediciones y toma de muestras no destructivas del puente, comprendiendo de esta forma un estudio de tipo no experimental. Se obtuvieron elementos con menores daños a nivel estructural, ya que las vigas y el sistema de pilas presentaron fallas no significativas y que no representan ningún riesgo de desplome o funcionalidad del puente. Los elementos de la superestructura sin embargo si presentaron diferentes daños, las barandas presentan graves patologías tales como; desprendimiento total del concreto, exposición del acero y grietas. Los andenes cuya funcionalidad es importante para el tránsito peatonal se encuentra en estado de deterioro avanzado presentando desportillamiento y permitiendo así el crecimiento de vegetación en estos elementos. Las escaleras carecen de barandas y las pocas que aún se conservan se encuentran en estado de oxidación, estos elementos muestran daños como desprendimiento de material, grietas y fisuras. No se reportaron daños en cuanto a las vías del puente dado ya que hace 4 años aproximadamente se realizaron labores de mantenimiento y recuperación de las calzadas de cada tramo. Ante los resultados obtenidos en el levantamiento patológico, se procedió a realizar propuestas de intervención para su posterior mantenimiento y recuperación.

C) ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS DAÑOS EN LOS PUENTES DE COLOMBIA. (4)

Edgar Muñoz, David Gómez (2013) Se presenta la identificación y evolución de daños en casi dos mil puentes de Colombia, para tres periodos de inspección (1996-1997, 2001-2002 y 2007-2008), basándonos en levantamientos presenciales realizados en el Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS) con la metodología del Sistema de Administración de Puentes de Colombia (SIPUCOL). Para ello, se realizó un arduo trabajo de consolidación de los daños que se presentaron en los componentes principales de los puentes, tipificación, calificación, sus niveles de durabilidad, estabilidad y servicio, así como la evaluación de las obras de mantenimiento y rehabilitación implementados, con los cuales se procedió a los análisis y comparaciones por período. Así, se pudo concluir con la identificación de los grupos de puentes en buen estado, los de condiciones regulares y aquellos con daños graves y riesgo de colapso, las medidas urgentes de previsión y reparación que se detallan, así como el aporte a procesos de diagnóstico y procedimientos para inspecciones especiales. Por otro lado, la sola implementación del Sistema de Administración de puentes en un país entero, es una experiencia procedimental importante que deseamos sirva de referencia para otros diagnósticos y para el consolidado del estado de los puentes en América Latina en los temas de conservación y recuperación.

CONCLUSIONES

Del total de 1995 puentes analizados y comparados en su totalidad para cada uno de los tres períodos analizados (1996-1997, 2001-2002 y 2007-2008), se concluye que el 67% de las estructuras está en buen estado (calificaciones 0, 1, 2), el 28% en condiciones regulares con daños significativos (calificación 3) y el 4% restante con daños graves o con riesgo de colapso (calificación 4 y 5) que requieren reparación urgente e inmediata.

Se encontró que el estado de todos los componentes calificados como malos (calificación 4 y 5) en el último periodo de inspección, disminuyó con respecto a los resultados de las inspecciones realizadas durante el periodo 2001-2002, lo cual se debe a las labores de mantenimiento y rehabilitación implementadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Así mismo el estado de los componentes calificados como regulares (Calificación 3) no tuvo mayor variación durante los tres (3) periodos de inspección. El estado de algunos componentes calificados como buenos (calificación 0,1 y 2) aumentaron, mientras que otros no presentaron alguna variación.



Imagen 2. Vista del Tráfico

Fuente: Revista Ingeniería de Construcción Vol. 2 (2013)

2.1.2.- ANTECEDENTES NACIONALES

A) EROSIÓN EN PILARES Y ESTRIBOS DE PUENTES – PUENTE REQUE - LAMBAYEQUE. (5)

Arturo. Rocha. Felices (2014), en este trabajo el Ing. Rocha nos da conocimiento en cuanto las fallas más comunes en los puentes y como el comportamiento fluvial influye enormemente en la propia estructura, haciendo notar que el origen de la falla más significativa de los puentes proviene de la socavación y erosión. Citando un comentario sobre nuestro propio país menciona:

“En lo que respecta al Perú la situación es aún más grave. Los dos últimos Mega niños (1982-83 y 1997-98) causaron daños considerables a la infraestructura vial, especialmente a los puentes. Se podría mencionar, por ejemplo, que durante el Mega niño 1982-83, caracterizado por fuertes crecidas fluviales especialmente en la costa norte, resultaron afectados o destruidos 55 puentes. Con ocasión del mega niño 1997-98, de similares características al antes mencionado, los daños en la infraestructura vial fueron también considerables. En el Informe que preparó el Colegio de Ingenieros del Perú sobre el tema, que aparece como Anexo 7-A del Capítulo 7, se señaló que en 1998 hubo 58 puentes destruidos y 28 afectados. Prácticamente, la totalidad de las fallas ocurridas en ambos mega niños tuvo su origen en problemas de Hidráulica Fluvial. En la Figura N° 2 se observa la caída del puente Reque sobre el río que lleva el mismo nombre (Departamento de Lambayeque).

Es, pues, indudable que la experiencia nacional y mundial indica que la acción del agua es la causa principal de las fallas en los puentes que interactúan con ríos. Esto es evidente, puesto que las grandes avenidas intensifican los conflictos entre las funciones naturales de un río y las acciones humanas. Cuando se trata de puentes importantes, o con problemas especiales, en áreas sujetas al Fenómeno de El Niño debe considerarse sus efectos mediante un adecuado Hidrograma de Crecidas (Avenidas). En consecuencia, los Estudios hidráulicos resultan sumamente importantes para la prevención de fallas de puentes en el Perú y en todo el mundo.



Imagen 3. Caída de puente sobre el Rio Reque – Lambayeque
Fuente: Arturo. Rocha. Felices (2014)

En las **conclusiones** se puede mencionar que:

Para la adecuada conservación de los puentes es necesario realizar inspecciones periódicas y eventuales, y como consecuencia de ellas darles un adecuado mantenimiento.

B) NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO “PUENTE ORELLANA”- JAÉN. (6)

Artidoro Moreno Requejo (2013), El objetivo principal de esta tesis fue determinar el nivel del deterioro estructural existente en el "Puente Orellana". 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 (Valenzuela, 2008), 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.

C) INFORME DE RELEVAMIENTO DE FISURAS PUENTE CHAQUIMAYO. (7)

IRSA SUR (2015). El presente informe registra la evaluación realizada en el mes de septiembre 2015 sobre la losa del puente Chaquimayo, donde se vienen presentando fisuras.

El puente Chaquimayo se encuentra ubicado en la progresiva hito Km. 260+148, correspondiente al Tramo 3: Puente Inambari – Iñapari, del Corredor Vial Interoceánico Sur: Perú – Brasil. Este sector está enmarcado políticamente al departamento de Madre de Dios, Provincia de Tambopata, distrito de Inambari (Mazuco).



Imagen 4: Ubicación del Puente Chaquimayo
Fuente: Concesionario: IRSA SUR

El objetivo es evaluar y registrar la presencia de fisuras en la losa del puente Chaquimayo, con la finalidad de clasificarlas según su severidad, cuantificarlas y realizar un comparativo con el registro de mapeo realizado en los años 2009 y 2013.

El Concesionario determinó una **metodología** de evaluación la cual le permitió identificar las causas y efectos de los daños existentes en la losa de concreto del puente en mención. Esta metodología de evaluación constó de tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

1. En una primera etapa se procedió con el trabajo de campo, el cual consistió en realizar el relevamiento o mapeo de fisuras, usándose para ello la marcación de éstas mediante diversos colores con el fin de clasificarlas según su severidad. Cabe resaltar que esta actividad fue desarrollada en trabajos de altura, por lo que conjuntamente con el área de Seguridad se analizaron las estrategias y contingencias con la finalidad de mitigar los riesgos existentes.
2. En una segunda etapa se procedió a realizar el trabajo de gabinete, el cual consistió con la digitalización en formato CAD de las fisuras mapeadas mediante las vistas fotográficas tomadas en la primera etapa.
3. La tercera etapa consistió en una evaluación detallada con la finalidad de determinar las posibles causas que originaron la presencia de estas patologías. Como producto de esta evaluación se evidenció la presencia de filtraciones, corrosión del acero y descascaramientos.

Conclusiones:

- Las fisuras registradas en el tablero de concreto (losa) del puente Chaquimayo, son interconectadas entre sí, presentándose en una densidad alta lo cual nos lleva a catalogarlas en una tendencia piel de cocodrilo.
- El porcentaje de fisuras nuevas que aparecieron en el periodo 2015 con respecto al periodo 2013 es de 3.95%.
- El mayor porcentaje de fisuras nuevas para el periodo 2015 igual a 58.10% está asignado para las fisuras con abertura igual a 0.2mm.
- Se concluye que existe una tendencia de incremento de fisuras y su severidad en los periodos 2013 y 2015 con respecto al 2009, obteniéndose un incremento de 567.5% y 593.9% respectivamente.

2.1.3.- ANTECEDENTES LOCALES

A) “EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PUENTES CARROZABLES DE LA REGIÓN PIURA- PUENTE BOLOGNESI, PUENTE SÁNCHEZ CERRO, PUENTE INTENDENCIA LUIS A. EGUIGUREN, PUENTE AVELINO CÁCERES (1° PUENTE), PUENTE AVELINO CÁCERES (2° PUENTE), PUENTE MIGUEL GRAU, PUENTE INDEPENDENCIA; Y LA INFLUENCIA PATOLÓGICA EN SU VIDA ÚTIL”. (8)

(Ipanaqué J. Piura 2014). Tiene como **objetivo** determinar y evaluar las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la región Piura y con ellos 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 definición del grado de daño por las patologías de los componentes de los puentes ya mencionados, en función a los resultados obtenidos de acuerdo a la guía de inspección para puentes (MTC-Perú); 2006.



Imagen 5: Puente Miguel Grau – Piura
Fuente: Elaboración Propia

Las **conclusiones**:

- ✓ En el presente estudio se ha hecho los estudios de cuatro (4) puentes analizando cada uno de ellos en el contenido.

- ✓ 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).

B) INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO C.V. SULLANA. (9)

Objetivo general:

(Concar, Sullana, 2015), realiza una inspección de 180 puentes y pontones, los cuales están comprendidos dentro de este proyecto de conservación vial por niveles de servicio, con la información obtenida de la inspección realizada actualizan los datos del SCAP (Sistema Computarizado de Administración de Puentes) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, cabe indicar que en esta evaluación el contratista ha empleado la metodología del SCAP, cuya finalidad es conocer el estado de los puentes y pontones mediante la inspección visual de los elementos.

Resultados:

En esta evaluación el Puente SULLANA, cuya longitud es de 386.8 metros y su ubicación en la progresiva Km. 2+107, su condición estadística fue de 2.35 cuyo rango de condición fue Regular, como se muestra a continuación.

CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Tabla 1. Grado de Severidad de la condición Global de Puente
Fuente: Concar (2015)

Concar en el año 2016 hace una nueva inspección visual utilizando la misma metodología de la inspección del año anterior donde se obtuvo su condición estadística de 2.51 y su rango de condición como se muestra a continuación:

CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Tabla 2. Grado de Severidad de la condición Global de Puente
Fuente: Concar (2016)

Es importante recalcar que en el año 2018, la Ing. Luz Fiorela Farfán Castillo (10), en su tesis: “Evaluación y determinación de las patologías en la estructura del puente Sullana ruta PE-01N km. 2+107, provincia de Sullana, departamento de Piura”- 2018, hace una tercera inspección visual utilizando la misma metodología de la última inspección anterior, donde se obtuvo su condición estadística de 3.00.

	CALIFICACION	RANGO CONDICION
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PESIMO	5.00-5.99

Tabla 3. Grado de Severidad de la condición Global de Puente
Fuente: Farfán C. Fiorela (2018)

C) DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE DOBLE VÍA LUIS MIGUEL SÁNCHEZ CERRO, PIURA, ABRIL 2018. (11)

(Clavijo F. – 2018) En esta tesis se tiene como **objetivo general**: Determinar y evaluar las patologías del puente Doble vía Luis Miguel Sánchez Cerro. La **metodología** de evaluación es de tipo descriptiva no experimental y de corte transversal., basada en la observación de campo para lo cual se aplicó la guía de inspección, evaluación y mantenimiento del MTC (2008).

Donde se obtuvo como resultado las siguientes patologías:

- ✓ Efectos por Intemperismo con 26.67%.
- ✓ Fisuras menores de 1.5mm con 20%.
- ✓ Corrosión Superficial con 13.33%.



*Imagen 6: Vista Panorámica del Puente Sánchez C.
Fuente: Clavijo R. Flor*

El resultado: Después haber hecho el análisis de las patologías presentadas y teniendo en consideración la Guía para Inspección, Evaluación y mantenimiento de Puentes (2008), en el cuadro de condición global del puente se concluyó que el Puente Luis Miguel Sánchez Cerro, se encuentra en una condición **Regular**, ya que luego de la evaluación arroja un valor de 2.22 y este se haya dentro del rango de condición.

Se recomienda realizar un mantenimiento Rutinario para así atender las patologías existentes en el puente, lo cual es importante no solo reparar los defectos visibles, si no encontrar sus causas para subsanarlas y evitar deterioros posteriores, con el fin de lograr un buen funcionamiento del mismo

2.2.- BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. PUENTE.

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. (12)

En razón del propósito de estas estructuras y las diversas formas arquitectónicas adoptadas se pueden definir como: “obras de arte destinadas a salvar corrientes de agua, depresiones del relieve topográfico, y cruces a desnivel que garanticen una circulación fluida y continua de peatones, agua, ductos de los diferentes servicios, vehículos y otros que redunden en la calidad de vida de los pueblos.”

El puente es una estructura que forma parte de caminos, carreteras y líneas férreas y canalizaciones, construida sobre una depresión, río, u obstáculo cualquiera. Los puentes constan fundamentalmente de dos partes, la superestructura, o conjunto de tramos que salvan los vanos situados entre los soportes, y la infraestructura (apoyos o soportes), formada por las pilas, que soportan directamente los tramos citados, los estribos o pilas situadas en los extremos del puente, que conectan con el terraplén, y los cimientos, o apoyos de estribos y pilas encargados de transmitir al terreno todos los esfuerzos. Cada tramo de la superestructura consta de un tablero o piso, una o varias armaduras de apoyo y de las riostras laterales. El tablero soporta directamente las cargas dinámicas y por medio de la armadura transmite las tensiones a pilas y estribos. Las armaduras trabajarán a flexión (vigas), a tracción (cables), a flexión y compresión (arcos y armaduras), etc. La cimentación bajo agua es una de las partes más delicadas en la construcción de un puente, por la dificultad en encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de pilotes de cimentación. Las pilas deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asentamientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales, viento, grandes riadas, etc.

Los estribos deben resistir todo tipo de esfuerzos; se construyen generalmente en hormigón armado y formas diversas. (13)

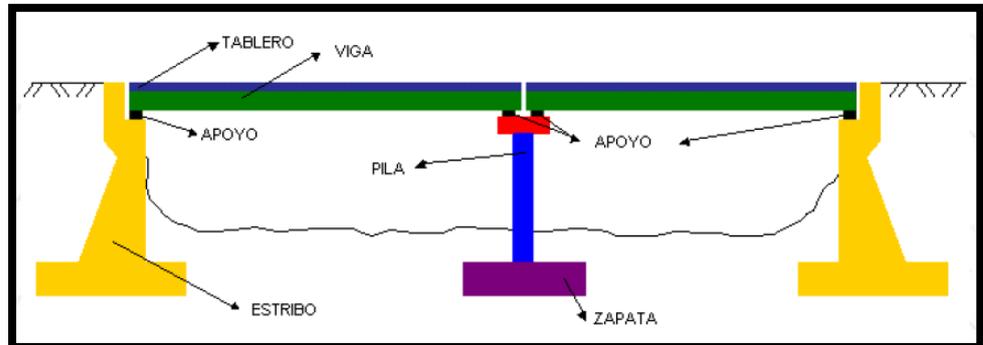


Imagen N° 7. Partes de un Puente
Fuente: Alberto Villarino Otero.

2.2.2. COMPONENTES DE UN PUENTE. (14)

Los puentes constan fundamentalmente de dos partes: la superestructura y la infraestructura.

Superestructura: es la parte del puente en donde actúa la carga móvil y está constituida por:

- Tablero
- Vigas longitudinales y transversales
- Apoyo
- Aceras y pasamanos
- Capa de rodadura
- Otras instalaciones

Infraestructura o Subestructura: es la parte del puente que se encarga de transmitir las solicitaciones al suelo de cimentación, y está constituida por:

Estribos.

Pilas.

TABLERO: soporta directamente las cargas dinámicas (tráfico) y por medio de las armaduras transmite sus tensiones a estribos y pilas, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o en el terreno

circundante. Sobre el tablero y para dar continuidad a la rasante de la vía viene la capa de rodadura. Los tableros van complementados por los bordillos que son el límite del ancho libre de calzada y su misión es la de evitar que los vehículos suban a las aceras que van destinadas al paso peatonal y finalmente al borde van los postes y pasamanos.

VIGAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES: Son los elementos que permiten salvar el vano, pudiendo tener una gran variedad de formas como con las vigas rectas, arcos, pórticos, reticulares, vigas vierendeel, etc.

APOYO: Son los elementos a través de los cuales transmite las acciones que les solicita a las pilas y/o estribos. El más común de los apoyos es el neopreno zunchado, está constituido por un caucho sintético que lleva intercaladas unas chapas de acero completamente recubiertas por el material elastómero. Tienen impedido el movimiento vertical.

ESTRIBOS: situados en los extremos del puente sostienen los terraplenes que conducen al puente. A diferencia de las pilas, los estribos reciben además de a superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia, trabajan también como muros de contención. Los estribos están compuestos por un muro frontal que soportan el tablero y muros en vuelta o muros-aletas que sirven para la contención del terreno.

PILAS: Son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos. Deben soportar la carga permanentemente y sobrecargas sin asientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales (vientos, riadas, etc.).

VANO: cada uno de los espacios de un puente u otra estructura, comprendida entre dos apoyos consecutivos. La distancia entre dos puntos de apoyo consecutivo de los elementos portantes principales es la luz del vano; no hay que confundirla con la luz libre que es la distancia entre los paramentos de los apoyos, ni con la longitud del puente.

TAJAMAR: Elemento extremo de la pila de un puente que adopta una forma de sección redonda, almendrada o triangular para conducir suavemente la corriente de agua hacia los vanos para que disminuya el empuje sobre la obra y se facilite el desgaste.



Imagen N° 8. Tajamar
Fuente: Alberto Villarino Otero.

LOSA DE TRANSICIÓN: (15)

La citada losa de transición absorbe las expansiones del tablero mediante la compresión de unas bandas poliméricas, elastoméricas o similares dispuestas paralelamente e integradas en dicha losa de transición, perpendiculares a la dirección longitudinal de la carretera. La losa de transición absorbe los movimientos de contracción del tablero mediante su expansión, debida al sumatorio de unas aperturas de fisuras provocadas y la separación entre planos de fisura. Dichos planos de fisura son forzados por unos moldes de madera, polímero o similar dispuestos paralelos, separados, e integrados en la losa de transición.

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE PUENTES. (16)

Guzmán describe los principales criterios de clasificación de los puentes de acuerdo con su utilidad, según el material utilizado en la estructura principal y el tipo de sistema estructural. E aquí la lista:

a. De acorde a su función:

- Puentes.
- Viales o Carreteros.

b. De acorde con los materiales de su construcción:

- Puentes de acero.
- Puentes de concreto reforzado
- Puentes de concreto pre esforzado
- Puentes de mampostería.
- Puentes de madera.

c. De acorde con la estructura los puentes se clasifican en:

- Puentes reticulados.
- Puentes de vigas caja.
- Puentes suspendidos (atirantados, colgantes).
- Puentes en arco.
- Puentes de vigas.
- Puentes de una losa.

d. Según el tiempo de vida previsto:

- Puentes Temporales.
- Puentes definitivos.

2.2.4. TIPOLOGÍA DE PUENTES:

Puentes Convencionales. (17)

Son los más comunes que facilita el diseño y cálculo, a la vez están sujetos a las normas Aashto y Lrfd, como en los casos de: Puente losa, Puentes viga losa, Puentes con vigas pretensadas, Puentes con vigas cajón pretensadas, Puentes de tableros mixtos, Puentes reticulados de acero.

- Puentes losa: Son todos aquellos que generalmente oscilan en longitud de 6m hasta 20m aprox., material de concreto armado, de un solo tramo, estos dependerán que el tipo de losa sea nervada, maciza, o alivianada.

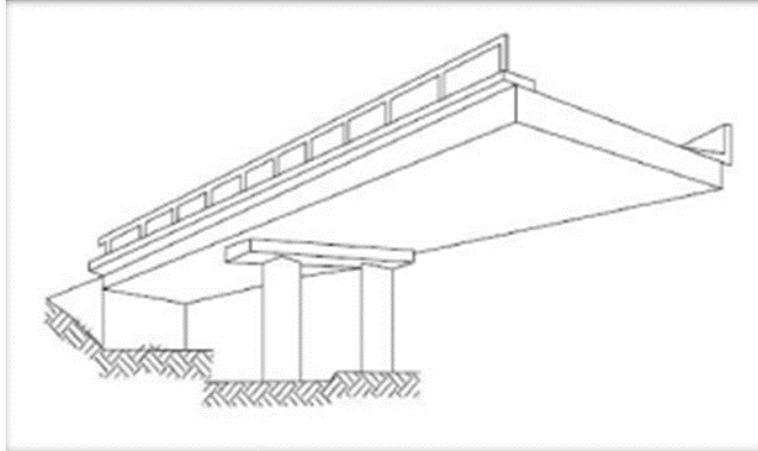


Imagen N° 9. Puente de losa.

Fuente: Aranis C.

- Puentes vigas losa: Estos puentes oscilan de 15m hasta 60m aprox. Su estructura es de concreto armado o acero estructural; pueden ser de modo isostáticos o continuos, separados por tramos, en su diseño incorpora vigas tanto longitudinales y transversales.

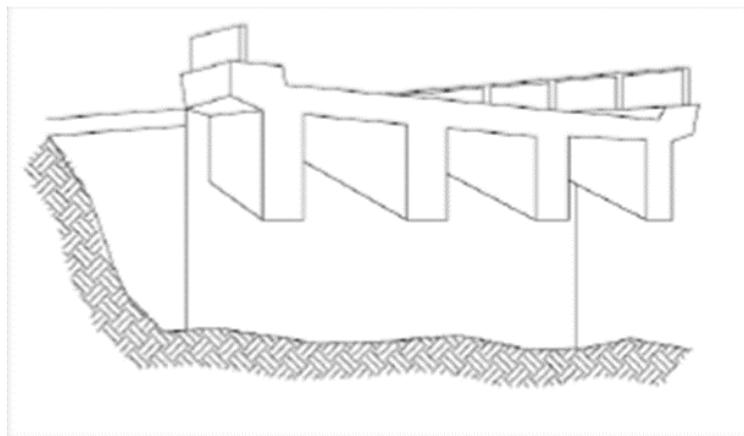


Imagen N° 10. Puente viga losa de concreto armado.

Fuente: Aranis C.

- Puentes Pretensadas: Son puentes de losa con vigas, se caracterizan por tener concreto pretensado en las vigas, pueden diseñarse en sección doble T prefabricadas y en varios tramos con longitudes que oscilan entre 20m hasta 85m aprox.

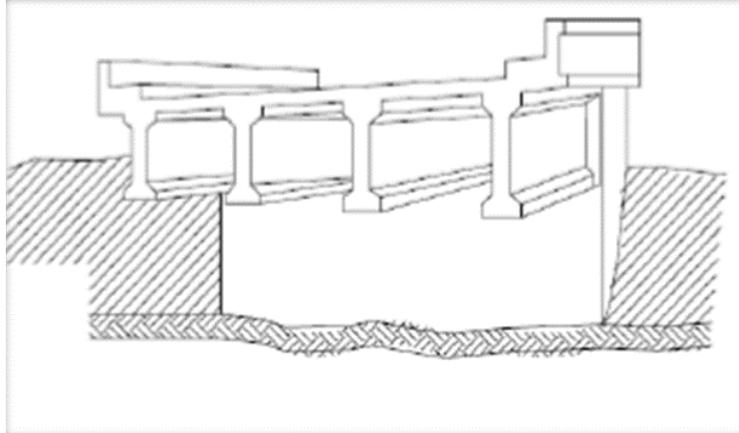


Imagen N° 11. Puente de losa con viga de concreto pretensado.
Fuente: Aranís C.

- Puentes vigas cajón pretensadas: Según la forma de su sección transversal, las vigas pueden ser de cajón, rectangulares, Te o I. como tablero de inercia constante o inercia variable, su diseño en longitud puede oscilar entre 50m hasta 200m aprox.

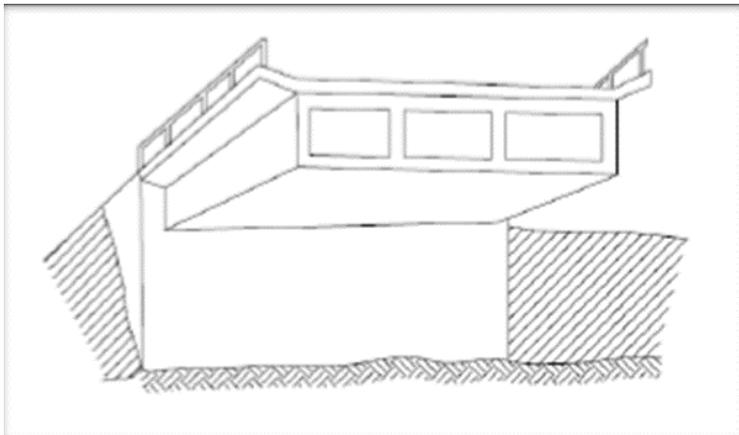


Imagen N° 12. Puentes vigas cajón pretensadas.
Fuente: Aranís C.

Puentes de tableros mixtos: se les llama así cuando en su diseño y construcción se puede observar tramos de distintas secciones y materiales, pudiendo ser una combinación de vigas de acero y/o concreto armado, estos puentes oscilan entre 30m hasta 150m aprox.

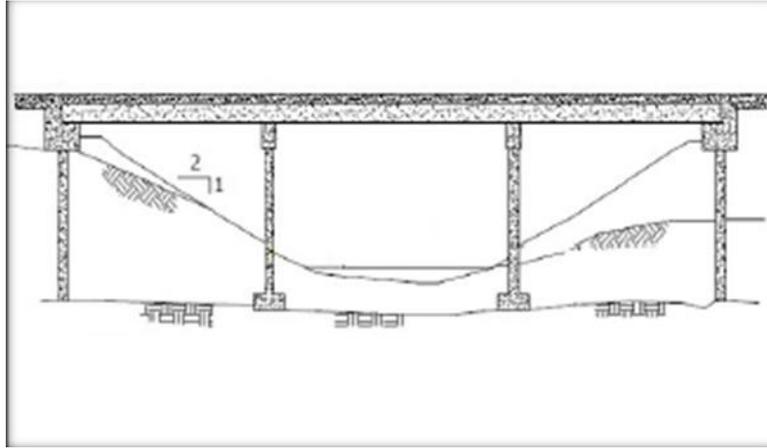


Imagen N° 13. Puentes de tableros mixtos.

Fuente: Aranis C.

Puentes reticulados de acero: La estructura principal de este tipo de puentes está conformado por dos planos reticulados paralelos. El reticulado está formado por el ensamble triangular de elementos rectos, que por lo general son estructuras metálicas, la longitud oscila entre 30m hasta 450m aprox.

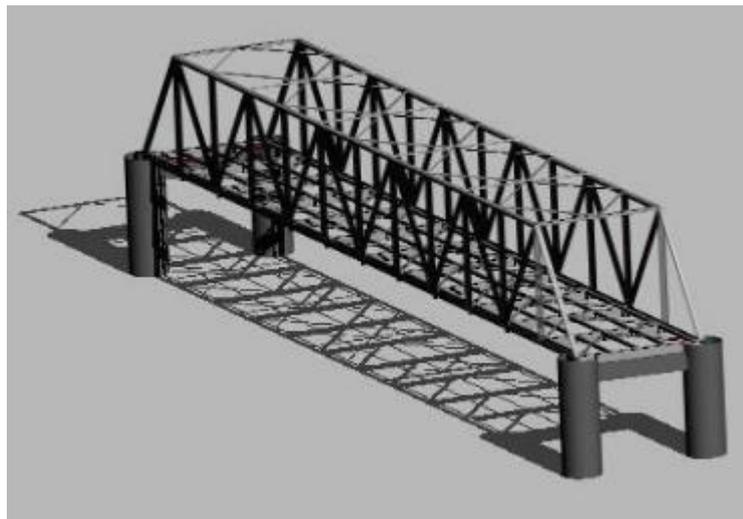


Imagen N° 14. Puentes reticulados de acero.

Fuente: Aranis C.

Puentes No convencionales.

Son aquellos puentes que presentan más dificultad y exigencia en el cálculo y diseño, además va más allá de las normas mencionadas anteriormente, sea el caso de: Puentes en arco, Puentes atirantados, Puentes en pórtico, Puentes colgantes.

- Puentes tipo arco (18): La característica principal del arco es que gracias a su forma transmite gran parte de las cargas en compresión. Debe tenerse en

cuenta que los arcos más isostáticos son los más simples de analizar, pero sus dimensiones resultan mayores. Además, debe considerarse que las articulaciones son por lo general costosas.

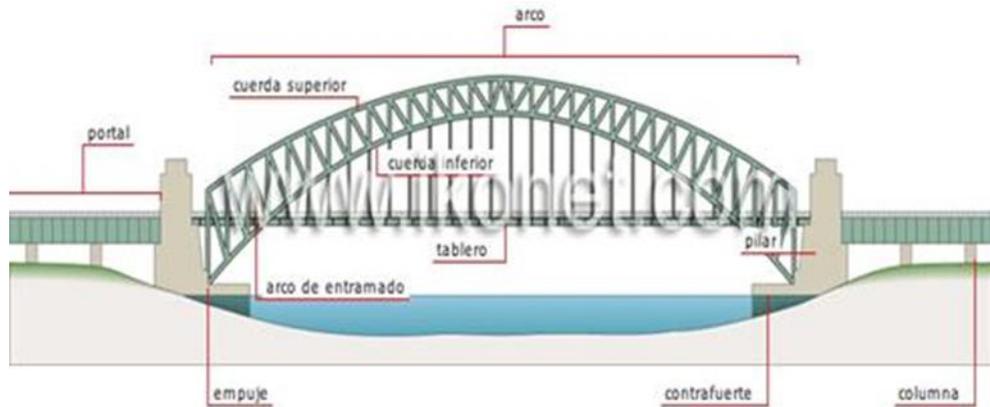


Imagen N° 15. Puentes en arco.
Fuente: Aranis C.

Puentes atirantados (18): Los puentes atirantados son una variedad de puente colgante. El esquema consiste de una viga colgada de tirantes que van directamente hacia las torres (ver fig. 15). Estos puentes son más rígidos y tienen menos problemas de inestabilidad aerodinámica.

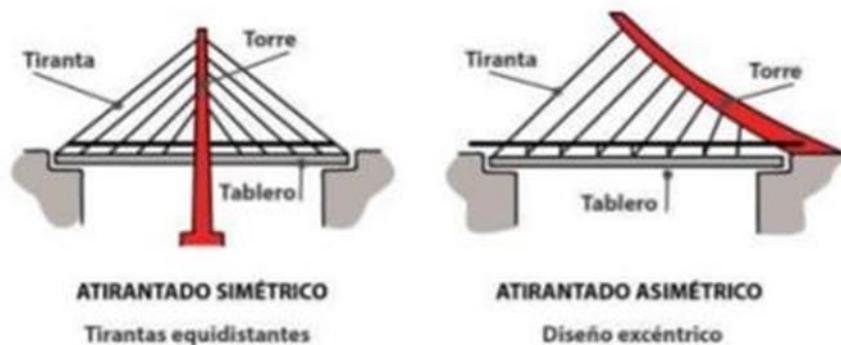


Imagen N° 16. Puentes Atirantados
Fuente: Aranis C.

Puentes pórtico (18): La principal característica de estos puentes es la unión rígida entre la superestructura y los pilares y/o estribos. Existen diversos esquemas de pórticos (ver fig. 16), entre los principales tipos tenemos: Pórtico con vigas conectoras, pórtico con vigas en voladizo, pórtico continuo, pórticos en T, Pórticos con patas inclinadas (acaballadas simple),

Pórtico de patas inclinadas con tirantes, pórtico con arco triarticulado tipo Maillart.

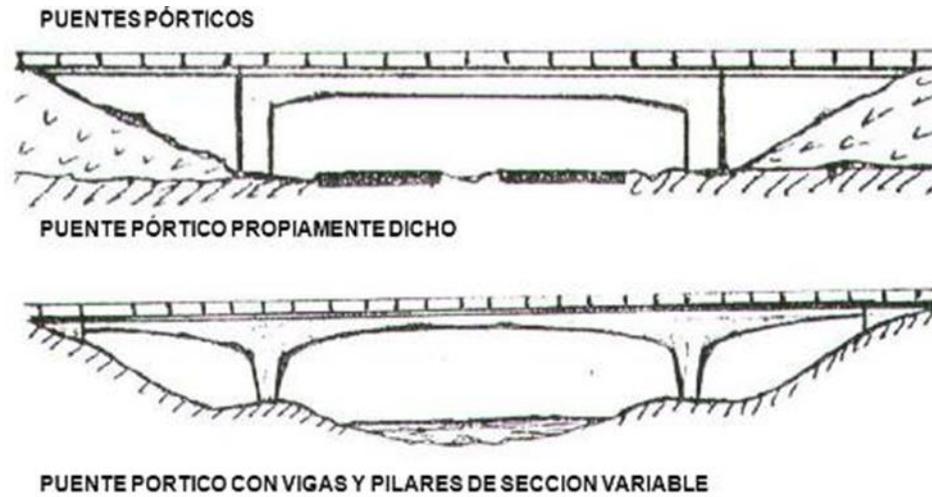


Imagen N° 17. Puentes Pórticos
Fuente: Aranis C.

Puentes colgantes (18): Este tipo de estructura se utiliza para cubrir grandes luces. En el puente colgante la estructura principal la constituyen los cables curvos que soportan las cargas que transmiten las fuerzas a las torres y a los macizos de anclaje, su longitud oscila entre los 800m hasta 1900m aprox.

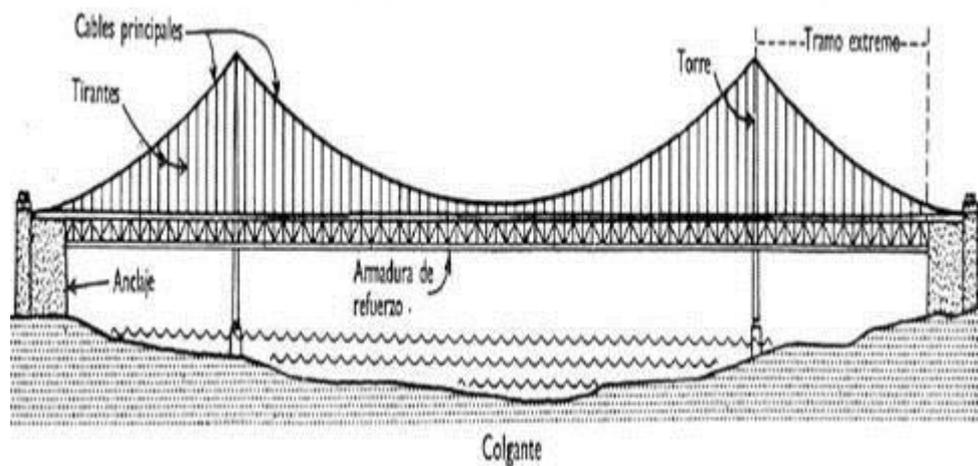


Imagen N° 18. Puentes colgantes
Fuente: Aranis C.

2.2.5. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL:

La patología estructural es una ciencia que se encarga del estudio, diagnóstico de daños, evaluación de las causas y formulación de los procesos de reparación. La patología del concreto abarca todos los diferentes factores que pueden afectar una estructura como lo son: el medio ambiente, las cargas a las que está sometida y al curado inadecuado. Estas patologías se dividen en dos grupos físicas y mecánicas. (19)

Para el estudio de estas patologías se debe de abordar el tema como una enfermedad de las estructuras como lo describe Sánchez (20), para determinar estas lesiones se debe adelantar una investigación preliminar y una investigación profunda, esta primera corresponde al estudio de los daños (patología clínica) y en la segunda se deben hacer pruebas y ensayos de laboratorio en campo (patología experimental).

Las patologías mecánicas ocurren en el momento en que alguno de los elementos que conforman la estructura primaria está sometido a cargas excesivas para las cuales no fue diseñado, estos esfuerzos o movimientos pueden generar deformaciones o fisuras. Es aquí cuando la vida útil del elemento empieza a modificarse puesto que se pueden presentar desprendimientos de materiales o en el peor de los casos el colapso de la estructura.

De acuerdo con Montejo, la sintomatología de las estructuras de concreto es el conjunto de anomalías que puede dar a lugar en una estructura y pueden ser indicadores de un fallo a futuro, que afectara tanto su seguridad y funcionalidad como su durabilidad.

TIPO DE LESIONES EN EL CONCRETO: (21)

La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto.

Para el caso de puentes se distinguen 4 lesiones importantes en función del “naturaleza” del proceso patológico: físicas, mecánicas, químicas y

biológicas. Todo aquello nos dará un dato de partida esencial y un cimiento para la diagnosis de la evolución patológica.

2.2.5.1 Lesiones Físicas

Para todos los materiales que hacen parte de un elemento de concreto reforzado las causas físicas que pueden producir algún tipo de lesión en el mismo son:

Humedades, erosiones y procesos bioquímicos. (22)

A. Cambio de Humedad.

Porción de no solo agua, sino de cualquier otro líquido que se encuentra externa o internamente en un objeto o en la atmosfera, se diferencia en 5 clases, en relación a su procedencia como la humedad de obra, capilar, de filtración, de condensación, accidental. (22)



Imagen N° 19. Estribo con presencia de humedad
Fuente: Sánchez D.

B. Cambio de Temperatura. (23)

Las condiciones de clima caluroso influyen adversamente la calidad del concreto, principalmente acelerando la tasa de pérdida de humedad y la velocidad de hidratación del cemento. Las condiciones perjudiciales del clima caluroso incluyen: alta temperatura ambiente, alta temperatura del concreto, baja humedad relativa, alta velocidad del viento, radiación solar.

2.2.5.2. Lesiones Mecánicas

Otro tipo de lesiones son las mecánicas, producidas por sobrecarga sobre algún elemento de la edificación, generando unas tensiones internas que acaban en ruptura. Los daños que se producen pueden ser fisuras (afectan a la superficie de la estructura o al menos de recubrimiento), grietas (afectan a elementos constructivos en su totalidad) y despegues (desprendimiento del acabado). (24)

A. Desprendimiento - Popout.

Esta anomalía de hormigón, es por causa de presión interna puntualizada, que deja un hueco poco hondo, generalmente coniforme. (20)



*Imagen N° 20. Desprendimiento de c^a en una viga.
Fuente: Rivva E.*

B. Impactos.

Su mismo nombre lo indica (golpe) en partes puntuales de las estructuras que son generalmente consecuencia de acciones asociadas de un golpe y frotamiento excesivo, como suele suceder en puentes vehiculares (pases a desnivel) y atracaderos de embarcaciones, en esta última los golpes se dan en las vigas y pilares. (20)



Imagen N° 21. Impacto en la estructura del puente.
Fuente: Sánchez de Guzmán.

C. Vibraciones Excesivas.

Las vibraciones se definen como una propagación de ondas elásticas, produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo, como es la losa del puente. Una vibración se puede dar por diferentes razones, como son: vibrocompactadores, maquinarias muy pesadas, hincado de pilotes, o simplemente al paso de vehículos de alta carga sobre la propia estructura del puente. (20)

D. Erosión.

(Sánchez de G, 2011). Desintegración progresiva de un sólido por abrasión, socavación o acción química.

Erosión por abrasión.

Es producido por el roce y la fricción atribuidas a las condiciones de servicio como son el tráfico de peatones, vehículos, el efecto del viento cargando partículas sólidas y el desgaste producido por el flujo continua de agua. (25)



Imagen N° 22. Desgaste de pavimento.
Fuente: Calavera J.

Socavación.

Disminución generalizada del nivel del fondo como consecuencia del incremento de la capacidad del flujo para transportar material durante las avenidas. Este fenómeno es un proceso natural que puede ocurrir a todo lo largo del río y no es provocado por factores humanos. (26)



Imagen N° 23. Socavación de pilar de puente.
Fuente: Calavera J.

E. Fisuras.

(Sánchez de G. 2011) Su característica principal dependerán de cómo es cargado el elemento estructural. Por ejemplo, en el caso de una viga apoyada en sus extremos, las fisuras se presentarán en la parte inferior que es la zona que está en tensión. Si la carga es uniforme en toda la sección, así lo serán las fisuras que aparezcan a lo largo del elemento.

Fisuras por retracción plástica.

La fisuración por retracción plástica ocurre mientras el hormigón está en estado fresco, generalmente se presentan en superficies horizontales, con relación superficie libre / volumen mayor a 3.50, entre la primera y las seis primeras horas después, generando fisuras y micro fisuras que se extienden rápidamente.

Generalmente son fisuras de poco espesor (0.2 mm a 0.4 mm) y su longitud puede variar desde unos cuantos centímetros hasta aproximadamente 1.5 metros. Comúnmente son fisuras en forma de línea recta que no siguen un mismo patrón y no presentan ninguna simetría.

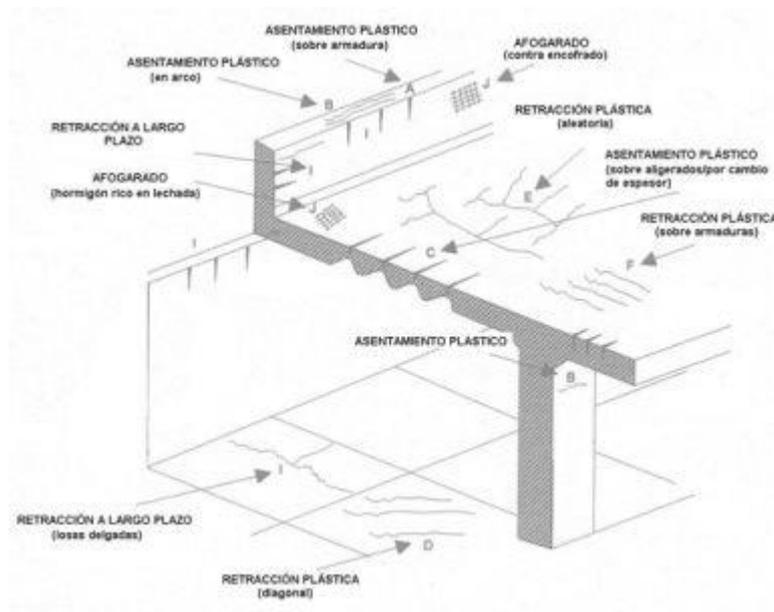


Imagen N° 24. Daños por retracción de hormigón.

Fuente: Sánchez de G

F. Grietas. (20)

Las hendiduras, clasificadas de acuerdo al espesor de sus fisuras, fracturas o grietas, son áreas patológicas que afectan la industria de la construcción y pueden interferir negativamente con la estética, durabilidad y, principalmente, con las características estructurales de una obra. Ocurren en cualquier parte, pero especialmente en muros, vigas, columnas y losas y son usualmente causadas por tensiones no previstas en los proyectos.

Grietas por tracción pura.

Se originan a lo largo de la dirección de las barras de refuerzo principal. Son fisuras provocadas por el exceso de tracción longitudinal. Se forman planos de fallas (fisuras y grietas) transversales a lo largo de la sección. Los incrementos de la tracción actuante en la sección provocan de manera súbita una grieta que afecta la unión entre el hormigón y la barra de refuerzo en una determinada zona (distancia de deslizamiento). (27)

Grietas por Flexión.

Para una viga, losa o muro (figura 24), son causadas por el exceso de carga en el elemento, que le origina una cierta flexión. Al quitar la carga, generalmente desaparecen. Inicialmente aparecen en la parte inferior de las vigas, luego evolucionan casi verticalmente y cuando llegan al centro de la viga, se curveen. Evolucionan con lentitud. Generalmente aparecen varias y juntas entre sí. (28)

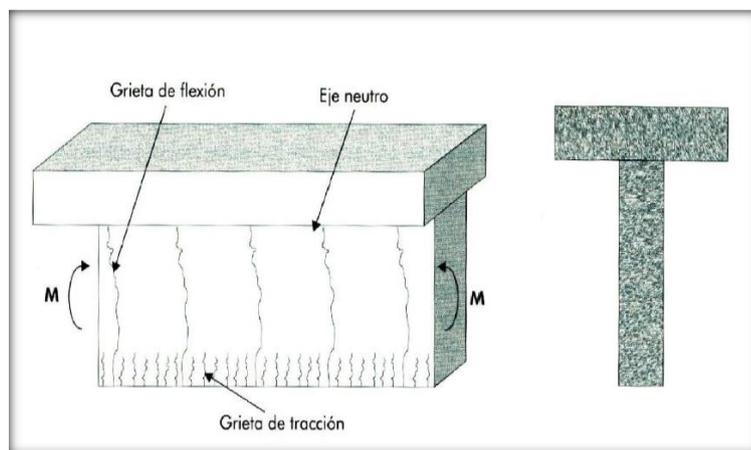


Imagen N° 25. Grietas por flexión y tracción de un elemento.
Fuente: Sánchez de G

Grietas Longitudinales.

(ver Sección fig. 25): Aparecen localizadas en la cara superior de la zona central del vano, o en la cara inferior de las zonas de apoyos, no marcando específicamente la posición de las armaduras. Son paralelas a la dirección del esfuerzo, con separación muy variable y trazado irregular debido a la heterogeneidad del hormigón. La causa posible de aparición de esta lesión es la falta de resistencia a compresión del elemento estructural de viga. Este tipo de lesión no es usual en forjados con capa de compresión, siendo únicamente más probable en viguetas o nervios de forjados más antiguos, sin capa de compresión ni continuidad en los vanos o con mal relleno de senos. En este último caso la lesión sería visible y muy grave. (29)

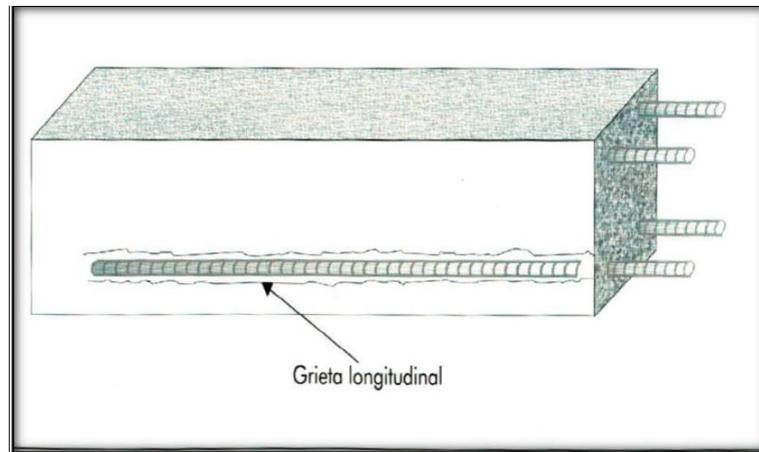


Imagen N° 26. Grietas longitudinales por falta de adherencia.
Fuente: Sánchez de G.

G. Fracturas y aplastamientos. (20)

Fisuras por asentamientos del terreno. Fundaciones mal diseñadas o mala compactación del terreno en uno de los apoyos, pueden provocar movimientos diferenciales excesivos. Si el movimiento es pequeño, el problema será estético. Si se produce un importante asentamiento diferencial, la estructura no sea capaz de redistribuir las cargas.

Fractura por rigidez de apoyo.

Se da por que la conexión (junta) entre el componente que se apoya y el componente de apoyo no existe un cambio adecuado mediante un componente de amortiguamiento como un «cojín de neopreno». Generalmente, la fractura ocurre por: Diseño de construcción inadecuados,

Falla de anclajes y/o de armaduras transversales. Algunas alternativas de reparación pueden ser: Reconstruir monolitismo, Grieta limpia: inyectar epoxy. (ver figura 26). (30)

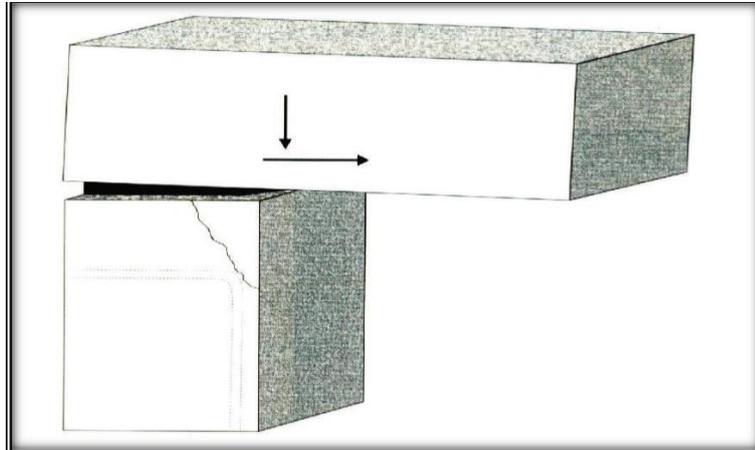


Imagen N° 27. Patrón de fractura de borde, por rigidez del apoyo.
Fuente: Sánchez de G

Fractura por aplastamiento local.

La causa principal es la alta concentración de cargas que algunas veces se originan en los puntos de apoyo de componentes normalmente reclinado. Algunas causas: Sobrecargas no previstas, armaduras transversales insuficientes, baja calidad del hormigón. Alternativas de reparación: inyección de epoxy, reforzar en caso necesario, picar y colocar armadura adicional, hormigonar o rellenar con mortero epoxy. (fig. 27). (30)

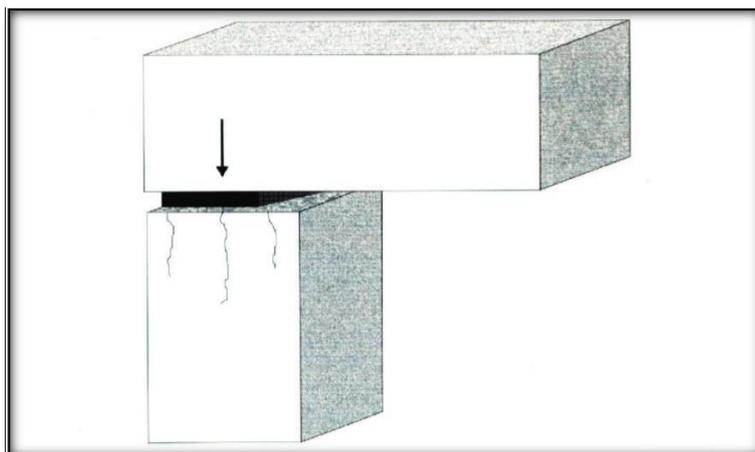


Imagen N° 28. Patrón de falla local por aplastamiento.
Fuente: Sánchez de G.

2.2.5.3. Lesiones Químicas

La corrosión del hormigón por agentes químicos suele ser la que mayores daños ocasiona en las estructuras. La durabilidad de un hormigón se puede medir por la velocidad con la que el mismo se descompone como resultado de acciones químicas.

En la mayor parte de los casos, el ataque de los agentes agresivos químicos se produce sobre el cemento; en otras ocasiones, las menos, el ataque se producirá sobre los áridos. Las diferentes acciones de tipo químico que se producen en el hormigón se pueden ser: ataque por sulfatos, cloruros, carbonatos y otros iones; ataque por ácidos; reacción árido-álcalis; reacción en áridos con sulfuros susceptibles de oxidarse, etc. (21)

A. Lixiviación por aguas blandas.

La lixiviación, o extracción sólido-líquido, es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido. (21)

B. Ataque de sulfatos.

Las sales de sulfatos, en su ataque al cemento del hormigón, dan lugar a componentes fuertemente expansivos que terminan destruyéndolo totalmente.

La desagregación del hormigón se inicia en la superficie con un cambio de coloración seguido de la aparición de fisuras entrecruzadas cuyo espesor va aumentando a la vez que se va produciendo una delaminación del hormigón superficial con curvado de las capas más externas del mismo como consecuencia de las tensiones que produce la expansión de los productos producidos. (31)

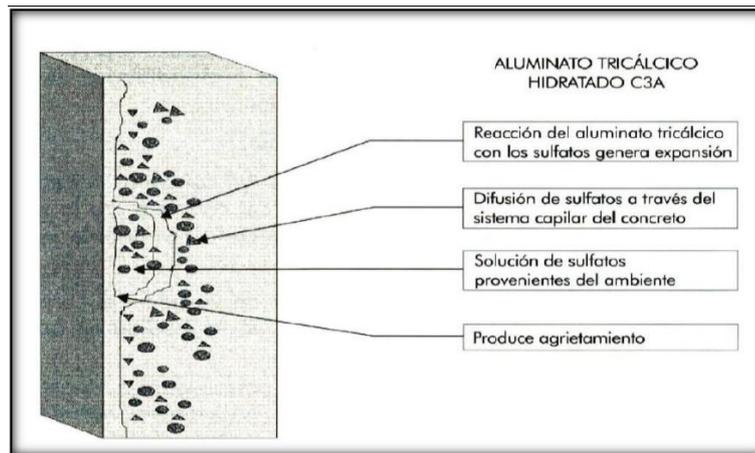


Imagen N° 29. Mecanismos de deterioro del concreto por ataques de sulfatos.
Fuente: Sánchez de G.

C. Eflorescencia. (32)

La eflorescencia es un depósito de sales, usualmente blanco, que se forma en la superficie, cuando la sustancia en solución sale del interior del concreto o mampostería, hacia la superficie en forma de sales color blanco azulado o color gris-blanco.

Ocurre cuando la humedad disuelve las sales en el concreto y las lleva a través de la acción capilar, hacia la superficie. Cuando se evapora la humedad, deja tras de sí, este depósito mineral. La eflorescencia no causa problemas estructurales, pero siempre daña el aspecto y la coloración del concreto.

CAUSAS

Este fenómeno ocurre cuando la humedad disuelve las sales de calcio en el concreto y migra a la superficie a través de la acción capilar. Cuando estas sales llegan a la superficie, reaccionan con el CO₂ en el aire y al evaporarse dejan un depósito mineral que es de carbonato de calcio.

La eflorescencia puede ser inducida por la lluvia, agua estancada, aspersores, bajas temperaturas, condensación, rocío, el agua que se añade a la superficie del concreto fresco para facilitar el acabado con llana o palustradora, en fin, cualquier humedad sobre la superficie, porque el agua provoca la reacción para producir la eflorescencia.

PREVENCIÓN

La forma de evitar que se produzca la eflorescencia en las superficies de concreto es protegiéndola de la humedad y para esto se pueden tomar varias acciones:

- Reducir la relación agua/cemento dentro de la mezcla de concreto, para evitar la exudación excesiva.
- Usar aditivos que reducen la permeabilidad del agua.
- Otra solución es sellar la superficie. Existen muchos tipos de selladores y el ideal para aplicar sobre la superficie va a depender del uso del concreto y las especificaciones de apariencia que desee el propietario.

TRATAMIENTO

El momento más fácil para eliminar la eflorescencia es antes de que el hidróxido de calcio se combine con el dióxido de carbono. Hasta este momento se puede disolver con agua, por lo que un lavado con solamente agua la disolverá y luego se debe secar bien porque la humedad puede hacer que vuelva a formarse la eflorescencia.

Cuando la eflorescencia se encuentra en la fase de haber formado carbonato de calcio, se convierte en insoluble y es más difícil de eliminar, hasta imposible usando solamente agua. Para eliminarla en esta etapa lo primero que se recomienda es usar soluciones ácidas suaves (verificando que no manche la superficie), también se puede usar un cepillo de cerdas entre duras y suaves (que no raye la superficie) para ayudar a remover estas sales ya solidificadas. Luego es importante enjuagar bien la superficie para eliminar cualquier residuo de ácido o la solución usada para la eliminación de la eflorescencia.



Imagen N° 30. Eflorescencia en elementos estructurales.
Fuente: Euclid Group Toxement.

2.2.6. INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO

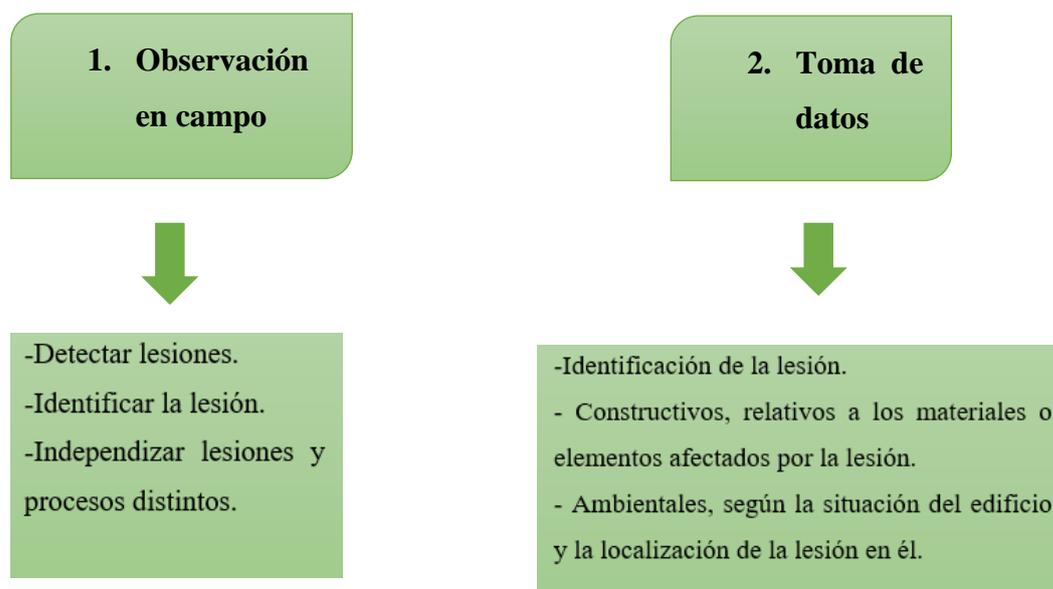
(M.T.C. 2008) El presente documento nos da una descripción de la base técnica y administrativa para la requisa, evaluación y cuidado de puentes, que incluye además el recojo de datos de Inventario para el Sistema Computarizado de Administración de Puentes (SCAP) del Provias Nacional. En estructuras como los puentes, desde el criterio de su diseño estructural o de las inflexiones de agresividad del medio del que se expone, la requisa ocular resulta de mayor efectividad si se desarrolla según la Guía Para Inspección de Puentes – 2008. (12)

2.2.7. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE PATOLOGÍAS EN SITU

Seguidamente, se muestran 2 metodologías para el análisis de procesos de patologías en la construcción:

Juan Monjo (33). Nos dice que el análisis patológico es “el análisis exhaustivo de la evolución patológica con el fin de alcanzar las deducciones que nos ayuden a proceder a la reparación consecuente”.

Este estudio está compuesto por 4 pasos que se conforman por:



4. Análisis del proceso y diagnóstico.



- Causas, que han originado el proceso, distinguiendo entre las directas e indirectas.
- Evolución del proceso patológico.
- Estado actual, que debe recoger la situación del proceso, su posible vigencia o su desaparición.

3. Propuesta de Actuación.



- Propuestas de reparación: de las causas y de los efectos.
- Propuestas de mantenimiento.

TABLA GENERAL DE LESIONES PATOLÓGICAS A EVALUAR

A continuación, se muestra el cuadro con las patologías a evaluar.

CUADRO GENERAL DE LESIONES	
TIPOS	CLASES
FÍSICAS	CAMBIOS DE HUMEDAD CAMBIOS DE TEMPERATURA
MECÁNICAS	DESPRENDIMIENTOS IMPACTOS EROSIÓN POR ABRASIÓN SOCAVACIÓN FISURAS GRIETAS
QUÍMICAS	FRACTURAS ATAQUE DE SULFATOS CARBONATACIÓN EFLORESCENCIA OXIDACIÓN CORROSIÓN
BIOLÓGICAS	BIOCAPA MICROORGANISMOS

Tabla 4. Cuadro General de Lesiones
Fuente: Elaboración propia (2019)

2.2.8. SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES (SGP).

Cañamares, J (34) La gestión de puentes se define, por tanto, como el conjunto de acciones a llevar a cabo para garantizar la seguridad y calidad de servicio de las estructuras gestionadas y el uso de recursos disponibles. No obstante, esta gestión no debe limitarse a la fase de servicio del puente, y debe establecerse tan pronto como sea posible, preferiblemente en la fase de diseño, proyecto y ejecución.

Los sistemas de gestión de puentes, según se puede extraer de las aplicaciones desarrolladas en los diferentes países que ya los tienen implementados, se plantean como herramientas cada vez más desarrolladas como resultado de la evolución de las computadoras y su capacidad de procesamiento. Generalmente presentan una estructura modular, con una serie de elementos comunes, que forman los siguientes módulos básicos:

2.2.8.1 INVENTARIO DE PUENTES

Cañamares, J (34) expone que un inventario es el punto de partida de todo SGP, sustentación y base del resto de fases y procesos que nutren al sistema, y garantizan la optimización de prioridades.

Históricamente, como se comenta en anteriores apartados, ha sido el germen de los actuales SGP, promovidos en países con un nivel de desarrollo considerable, en los cuales la preocupación por las labores de conservación, mantenimiento y explotación han ido ganando terreno a la dedicación plena que en otros países en vías de desarrollo y emergentes, se centra principalmente en la obra de nueva construcción.

No se comprende, por tanto, la gestión de un conjunto de puentes de la red sin tener el adecuado conocimiento del patrimonio que debemos gestionar, definiendo inicialmente que puentes forman parte de los activos de la red. De manera general, todos los sistemas recogen un número mínimo de datos que caracterizan la estructura de manera formal, más o menos sistematizada, con la ayuda de herramientas informáticas y medios auxiliares cada vez más

sofisticados, aunque en esencia, se trata de reflejar, de manera lo más precisa posible, la siguiente información:

- * Carretera a la que pertenece
- * Calzada
- * P.K. en el que se encuentra
- * Tipología
- * Distancia entre paramentos verticales de estribos
- * Numero de pilas
- * Altura aproximada de las pilas
- * Foto general
- * Clave de inventario

2.2.8.2. INSPECCIÓN DE PUENTES

La inspección visual nos permite determinar el agrietamiento, corrosión, las deformaciones y las flechas en la estructura del puente. La cual debe complementarse con una auscultación mediante métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras. (12)

Los diferentes elementos a ser inspeccionados serán agrupados en tres grandes divisiones:

- a) Cimentaciones.
- b) Superestructura.
- c) Dispositivos básicos de protección.

2.2.8.3. ESTADO DE CONDICIÓN DE PUENTES

El objetivo principal de las tareas de inspección es clasificar el estado del puente mediante una valoración objetiva del alcance, tipología, intensidad, extensión y gravedad de los posibles deterioros detectados durante las visitas realizadas, que puede aportar datos extraordinariamente importantes para el posterior análisis del proceso de deterioro y de las medidas de mantenimiento y reparación para optimizar el estado de la estructura a lo largo de su vida útil.

Por ello, tras la propuesta de desglose del puente en los componentes definidos en apartados, bajo criterios de realización de inspecciones de tipo principal, con periodicidades determinadas de las propias demandas de los umbrales mínimos admisibles, ajustadas a los ciclos rotativos de los mandos de dirección de administraciones regionales y locales, abordando la sistematización y alcance descritos, culminaremos el proceso mediante la definición de uno de los conceptos más comunes dentro de los diferentes sistemas de gestión, el estado de condición.

Se trata de un índice asignado a partir de las inspecciones visuales de cada uno de los componentes que conforman el puente, con una ponderación razonada de la importancia relativa de las partes que lo integran. (34)

Sistema Computarizado de Administración de Puentes (SCAP):

“Provias Nacional” reafirmaba que “el SCAP es una herramienta de gestión que permite conocer el estado de la infraestructura de puentes, evaluar su condición a futuro y programar obras en función de la disponibilidad presupuestal”, que “para su funcionamiento requiere de información detallada y actualizada de las estructuras” (35)

Siguiendo la metodología del SCAP, que determina la condición del puente y los índices que permiten determinar el Índice de Suficiencia.

- El Índice de Suficiencia (IS) sirve para lograr una organización o predisposición de puentes, que permiten establecer las acciones de Mantenimiento, Rehabilitación y Reemplazo en el tiempo
- El IS revela la habilidad del puente para continuar en servicio en su situación actual continuando con las pautas del SIN (Sistema de Inventario Norteamericano). Se han tomado los siguientes componentes del atributo IS y sus valores asociados:
 - * *Condición y Seguridad Estructural, peso 50%.*
 - * *Funcionalidad, peso 30%.*
 - * *Importancia o esencialidad de uso público, peso 20%*
- El cómputo de los puntajes para cada uno de los elementos del índice de suficiencia se halla infiriendo puntos de los máximos posibles en valores que dependen de las condiciones actuales del puente.

Para hallar el IS y sus 3 componentes se utilizan los coeficientes mostrados en la Tabla contigua, y se adapta a los índices que conciernen. (36)

Índice aplicable	Índice Estructural (S1)	Índice Funcional (S2)	Índice de Importancia (S3)	Índice de Suficiencia (IS)
Galibo (geometría)		0.13		0.039
Ancho de calzada (geometría)		0.52		0.156
Capacidad de Carga	0.30			0.150
Condición estructural	0.70			0.350
Capacidad hidráulica		0.20		0.060
Transitabilidad		0.15		0.045
Rutas alternativas			0.33	0.066
Importancia estratégica			0.34	0.068
Trafcio			0.33	0.066

Tabla 5. Coeficientes para calcular el Índice de Suficiencia (IS)
Fuente. Fabián Pozo. 2018

El cómputo de los puntajes para cada uno de los componentes del IS se efectúa derivándose puntos de los máximos posibles en valores que están supeditados las inflexiones actuales del puente. (37)

La metodología a emplearse en la evaluación del Puente Independencia SCAP se detalla a continuación:

Anexo VIII Metodología para Evaluación de Puentes - Condición Estadística de los Elementos y del Puente, donde se detallan las pautas a seguir para diagnosticar la condición de cada componente que conforma el puente y así mismo determinar la condición general de este.

- Guía para la Evaluación de Daños de Puentes, incluida en el Anexo III de la presente guía, donde se establece los daños categorizados para cada elemento de puente.

Concluida la inspección (datos de campo), se examinará la condición de los elementos del puente (patologías), reporte que se plasma en las fichas: Condición del Puente y Resumen de la Condición del Puente y Recomendaciones, incluidas en el Anexo N° 03.

La ficha Condición del Puente (del Manual de Inventario), está planteada de tal forma que en obra el interventor puede ejecutar una evaluación de la Condición del componente que faculta precisar la Condición Global de toda la estructura, según la escala del 0 al 5, que se detalla en lo consecuente.

III.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En general el estudio realizado es del tipo descriptivo-explicativo, y de corte transversal enero del 2019.

Es descriptivo porque describe la realidad, sin alterarla

Es explicativo porque tratamos de ver la causa de las patologías del concreto en los elementos estructurales del puente Independencia.

Analítica: porque estudia y analiza cada detalle de patología y establece las posibles causas que afecta el concreto.

No experimental: porque determinará las patologías y se analiza sin recurrir a laboratorio.

Este tipo de investigación es para poder minimizar y reducir las posibles causas que afectan la estructura debido a las patologías del concreto.

➤ La evaluación realizada fue de tipo visual y personalizada, pudiéndose observar que a simple vista la estructura del tablero del puente presentaba una superficie deteriorada.

➤ El procesamiento de la información se hizo de manera manual, no se utilizó software. Sin embargo, nos apoyamos en los formatos del SCAP.

➤ La metodología utilizada, para el desarrollo del proyecto fue:

✓ En esta etapa se realizó la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayudo a cumplir con los objetivos de este proyecto.

✓ Para la determinación de las muestras se tomó todo el tablero del puente Independencia– distrito de la Catacaos –provincia y departamento de Piura.

En forma resumida se muestra en la gráfica:



M = Muestra

O = Observación

A = Análisis

E = Evaluación

R = Resultados

3.2.- EL UNIVERSO Y MUESTRA.

3.2.1. UNIVERSO

Para la presente investigación el universo está dado por todos los puentes del departamento de Piura.

3.2.2. POBLACION Y MUESTRA

La Población está dada por todos los elementos estructurales y no estructurales del Puente Independencia y la Muestra de estudio fue constituida por los elementos analizados del Puente Independencia. (ver tabla 13)

3.3.- TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Técnicas.

Se utilizó la Evaluación Visual, ficha de inspección de campo según formato del SCAP Anexo N° 03, donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, medidas de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades, y nombres del personal encargado de la inspección. Con los datos obtenidos, se procede a emplear hojas Excel para poder interpretar los datos obtenidos.

3.3.2 Instrumentos.

La evaluación de la condición incluyo los siguientes instrumentos:

- Wincha para medir las longitudes y las áreas de daño.
- Cinta métrica para establecer la profundidad de los agrietamientos, deterioros, etc.
- Manual de Inspección de puentes-2008; con formularios correspondientes a la evaluación de puentes y en cantidades suficientes para el desarrollo de la actividad.

- Cámara digital, para las evidencias patológicas del tablero del puente y posterior formulación del inventario de inspección de puentes.
- GPS portátil.
- Cuaderno de campo, lapicero, lápiz, regla de dibujo para bosquejos.
- Equipos de protección personal (EPP'S); casco, zapatos de seguridad, chaleco, y lentes.

3.4.- PLAN DE ANÁLISIS

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- La Ubicación del área de estudio
- Los Tipos de patologías existentes, Grado y Nivel de severidad del elemento estructural como es el tablero.
- Observación para verificar las patologías existentes en el tablero del puente.
- El análisis patológico luego de haber observado y recopilado mediante mediciones dichas patologías.
- La evaluación de las patologías del concreto de los elementos del puente:
 - Cuadros del ámbito de la investigación.
 - Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.
 - Cuadros del estado en que se encuentra los elementos del puente.
- Para hallar la Condición estadística.

A continuación, se detalla el tratamiento estadístico de la inspección realizada al puente.

Metodología Para Evaluación De Puentes (SCAP)

Condición Estadística de los Elementos y del Puente

Algoritmos para el análisis.

En este fragmento se especifican las primordiales pautas utilizadas para las alternativas de análisis. Las pautas y metodologías, se utilizan al escribir los códigos.

1 - Concepto de condición estadística

La metodología muestra una descripción y base extendida relacionada a los métodos de cálculo para hallar un dígito que clasifique la situación, sea de un componente como del puente en si.

Se introduce el concepto de condición estadística, como aquel dígito que clasifique la condición de la estructura y de cada uno de sus componentes. Este alcance se deduce de la condición en campo, que corresponde a varios números, enunciado en la forma de porcentajes de la condición del elemento en una escala de 0 a 5.

En la condición en campo, la situación del componente está determinada por proporciones, uno para cada escala. Está condición, concierne directamente con los apremios de reparación o sustitución de dicho elemento.

La condición estadística, retribuye a un solo dígito que clasificaría la situación global del elemento. Es usada para hallar la condición del puente, y de ahí para la predisposición. Nótese que podría tener un caso de varias condiciones de campo que conlleven a un valor igual de condición estadística.

En esta parte se describen los razonamientos y metodologías utilizados en las alternativas de estudios.

2 - Condición estadística de un elemento

La información de la condición del elemento procedente, del trabajo de campo. Se muestra a continuación en la Tabla 6.

TABLA 6	PORCENTAJE DE EVALUACIÓN DE CAMPO DE CADA ELEMENTO DEL PUENTE						
	Nivel de la condición						
	5	4	3	2	1	0	Total %
Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno		
104	0	0	0	20	80	0	100
111	0	0	20	30	50	0	100
112	0	0	25	52	23	0	100
202	0	0	30	0	70	0	100
205	0	0	0	1	99	0	100
241	0	0	0	65	35	0	100
301	0	0	0	100	0	0	100
311	0	0	25	32	43	0	100
321	0	0	0	50	50	0	100
322	0	0	0	50	50	0	100
343	0	65	15	20	0	0	100
353	0	0	10	25	65	0	100
401	0	0	20	0	80	0	100
402	0	0	0	0	100	0	100

Tabla 6. Porcentaje de evaluación de campo de cada elemento del puente
Fuente: Elaboración Propia

La intención es expresar esta situación dispersa, en un solo dígito que personalice la situación global de cada componente. El procedimiento adoptado por el SCAP-2008, es como sigue:

A. Como 1ª paso se retribuye 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, por lo tanto, el componente debería ser estimado como si totalmente se encontrara en esa situación. El método de ajuste se retribuye a dividir el porcentaje de distribución de campo por aquel del umbral, y multiplicar el resultado por 100.

Establecemos 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 (Pésimo), para estimar esta situación como si fuese el total del componente.

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

El resultado del primer paso para cada elemento del puente, se muestra en la siguiente Tabla 7.

TABLA 7	AJUSTE SEGÚN PORCENTAJE UMBRAL (%campo * 100 / %umbral)					
	Porcentajes ajustados de la condición para cada elemento					
Elemento	Nivel de la condición					
	5	4	3	2	1	0
	Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
104	0	0	0	80	320	0
111	0	0	80	120	200	0
112	0	0	100	208	92	0
202	0	0	120	0	280	0
205	0	0	0	4	396	0
241	0	0	0	260	140	0
301	0	0	0	400	0	0
311	0	0	100	128	172	0
321	0	0	0	200	200	0
322	0	0	0	200	200	0
343	0	260	60	80	0	0
353	0	0	40	100	260	0
401	0	0	80	0	320	0
402	0	0	0	0	400	0

Tabla 7. Ajuste según porcentaje umbral
Fuente: Elaboración Propia

B. 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%.

TABLA 8		PORCENTAJES AJUSTADOS ACUMULADOS DE LA CONDICIÓN				
Elemento	Nivel de la condición					
	5	4	3	2	1	0
	Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
104	0	0	0	80	400	400
111	0	0	80	200	400	400
112	0	0	100	308	400	400
202	0	0	120	120	400	400
205	0	0	0	4	400	400
241	0	0	0	260	400	400
301	0	0	0	400	400	400
311	0	0	100	228	400	400
321	0	0	0	200	400	400
322	0	0	0	200	400	400
343	0	260	320	400	400	400
353	0	0	40	140	400	400
401	0	0	80	80	400	400
402	0	0	0	0	400	400

Tabla 8. Porcentajes ajustados acumulados de la condición
Fuente: Elaboración Propia

Es esencial estimar que la fase debe efectuarse desde la condición más crítica, desde la 5 a la 0. Se instaura un principio conservador al cálculo de la condición estadística del elemento.

El resultado se presenta en la Tabla 9 y 10

TABLA 9	Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%					
	Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento					
Elemento	Nivel de la condición					
	5	4	3	2	1	0
	Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
104	0	0	0	80	400	0
111	0	0	80	200	0	0
112	0	0	100	0	0	0
202	0	0	120	0	0	0
205	0	0	0	4	400	0
241	0	0	0	260	0	0
301	0	0	0	400	0	0
311	0	0	100	0	0	0
321	0	0	0	200	0	0
322	0	0	0	200	0	0
343	0	260	0	0	0	0
353	0	0	40	140	0	0
401	0	0	80	80	400	0
402	0	0	0	0	400	0

Tabla 9. Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 10	Suma de porcentajes acumulados de la condición para cada elemento					
Elemento	Nivel de la condición					
	5	4	3	2	1	0
	Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
104	0	0	0	80	480	480
111	0	0	80	280	280	280
112	0	0	100	100	100	100
202	0	0	120	120	120	120
205	0	0	0	4	404	404
241	0	0	0	260	260	260
301	0	0	0	400	400	400
311	0	0	100	100	100	100
321	0	0	0	200	200	200
322	0	0	0	200	200	200
343	0	260	260	260	260	260
353	0	0	40	180	180	180
401	0	0	80	160	560	560
402	0	0	0	0	400	400

Tabla 10. Suma de porcentajes acumulados de la condición para cada elemento
Fuente: Elaboración Propia

C. Como tercer paso, los porcentajes son reajustados nuevamente, tal que la suma sea igual a 100, que corresponde al total del elemento. El resultado se muestra en la tabla 11.

Obteniéndose así la condición del umbral.

TABLA 11	REAJUSTE DE VALORES HASTA SUMAR 100% DESDE LA CONDICIÓN MAS DESFAVORABLE						
	Porcentaje, según ajuste final, de la condición para cada elemento.						
Elemento	Nivel de la condición						
	5	4	3	2	1	0	TOTAL
	Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	%
104	0	0	0	80	20	0	100
111	0	0	80	20	0	0	100
112	0	0	100	0	0	0	100
202	0	0	100	0	0	0	100
205	0	0	0	4	96	0	100
241	0	0	0	100	0	0	100
301	0	0	0	100	0	0	100
311	0	0	100	0	0	0	100
321	0	0	0	100	0	0	100
322	0	0	0	100	0	0	100
343	0	100	0	0	0	0	100
353	0	0	40	60	0	0	100
401	0	0	80	20	0	0	100
402	0	0	0	0	100	0	100

Tabla 11. Reajuste de valores hasta sumar 100% desde la condición más desfavorable
Fuente: Elaboración Propia

Para el último paso, se demanda disminuir esta condición de umbral a un solo dígito que establecerá exactamente la condición estadística del elemento. Se toma un criterio para la consecución de un promedio pesado por elemento con el fin de ofrecerle mayor participación o peso a los valores más desfavorables, se está usando el denominado quinto momento en estadística. Se logra así:

- Los resultados del nivel de condición de umbral por el porcentaje ajustado (entre 100).
- La suma de estos productos.

- La raíz quinta de esta suma.
El procedimiento se ilustra en la Tabla 12.

TABLA 12	CONDICIÓN ESTADÍSTICA DE CADA ELEMENTO, UTILIZANDO EL QUINTO MOMENTO						
	Valor a nivel de condición a la quinta por el porcentaje reajustado						
Elemento	Nivel de la condición						Condición estadística
	5	4	3	2	1	0	
	Pésimo	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	
104	0	0	0	25.6	0.2	0	1.92
111	0	0	194.4	6.4	0	0	2.89
112	0	0	243	0	0	0	3.00
202	0	0	243	0	0	0	3.00
205	0	0	0	1.28	0.96	0	1.18
241	0	0	0	32	0	0	2.00
301	0	0	0	32	0	0	2.00
311	0	0	243	0	0	0	3.00
321	0	0	0	32	0	0	2.00
322	0	0	0	32	0	0	2.00
343	0	1024	0	0	0	0	4.00
353	0	0	97.2	19.2	0	0	2.59
401	0	0	194.4	6.4	0	0	2.89
402	0	0	0	0	1	0	1.00

Tabla 12. Condición estadística de cada elemento, utilizando el quinto momento
Fuente: Elaboración Propia

El producto final es la condición estadística por elemento. Para efectos comparativos, considérese el elemento 343:

- En la condición de campo, la clasificación era la siguiente: 0% en la condición 4, 50% en la condición 3, el 10% en la condición 2, el 40% en la condición 1.
- En la condición estadística, la calificación es de 3.0. Esto demuestra la manera conservadora del método.

3 - Condición estadística del puente

Obteniendo la condición estadística de los elementos, podemos hallar la condición global del puente.

El método es el que sigue:

- Se define la cantidad de elementos del puente (N).
- Se define el factor de trascendencia que el elemento tiene en relación con el puente.
- Se multiplica la condición estadística de cada elemento, por su correspondiente factor de importancia. Este resultado es llamado “contribución del elemento al puente”.
- Se establece el valor preponderante entre la contribución de los componentes. Se tiene la mayor contribución.
- El sobrante de contribución se halla sumando la contribución de los otros componentes.
- El fragmento de la contribución sobrante, se halla como la contribución sobrante, fragmentada entre el resultado de la mayor contribución por la suma de los elementos menos 1.
- La condición estadística del puente, resulta como la sumatoria de la mayor contribución y la fragmentación de la aportación sobrante.

El procedimiento se ilustra en la Tabla 13. Aquí, el elemento 111 es el de mayor contribución. Tiene una condición estadística de 2.89. La resultante para el puente es de 3.440

Según el procedimiento, se reconoce como influyente al componente con la mayor contribución. A esta mayor contribución, se adiciona una medida de la aportación de los otros elementos.

El factor de importancia, que se emplea en el procedimiento, corresponde a un número entre 0 y 1. De esta suerte, todo elemento esencial, tendrá un factor de importancia igual a 1. Para un factor de importancia de 0.8, la máxima contribución se calcula así: $0.8 * 5 = 4.0$

TABLA 13		CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE			
Nº DE ELEMENTO	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente	Condición estadística del puente
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1.92	0.6	1.152	3.440
111	Vigas Secundarias de concreto armado	2.89	0.8	2.312	
112	Vigas Principales de concreto pretensado	3.00	1	3	
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	3.00	1	3	
205	Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado	1.18	0.6	0.708	
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	2.00	1	2	
301	Capa Asfalto	2.00	0.4	0.8	
311	Vereda Concreto	3.00	0.2	0.6	
321	Apoyo fijo Neopreno	2.00	0.4	0.8	
322	Apoyo deslizante de neopreno	2.00	0.4	0.8	
343	Tipo Compresible / Expandible Celular	4.00	0.4	1.6	
353	Barandas de Acero	2.59	0.4	1.036	
401	Márgenes del río	2.89	0.6	1.734	
402	Lecho del río	1.00	0.6	0.6	

Tabla 13. Condición estadística del Puente.
Fuente: Elaboración Propia

Número de Elementos del puente	14
Mayor valor de contribución	3.000
Suma de contribución de todos los elementos	20.142
Contribución remanente: suma - mayor	17.142
Fracción de contribución remanente	0.440
Condición Estadística del Puente	3.440

Tabla 14. Condición estadística del Puente.

Fuente: Elaboración Propia

	CALIFICACIÓN	RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Tabla 15. Grado de severidad de la condición global de puente.

Fuente: Elaboración Propia

3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) – DISTRITO DE CATACAOS – PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA ABRIL 2018”			
Enunciado del problema	Objetivos de la Investigación	VARIABLES	Metodología
<p>¿En qué medida influyen las patologías del concreto en los elementos estructurales que conforman el Puente Independencia del distrito de Catacaos- Provincia y departamento de Piura, en la integridad estructural del Puente Independencia y la condición operacional de dicha estructura?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar y Evaluar las patologías existentes en los elementos estructurales del Puente Independencia.</p> <p>Objetivo específico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las patologías del concreto existente en los elementos estructurales del Puente Independencia. • Determinar la Condición estadística del puente Independencia. • Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto que se encuentra en los elementos estructurales del Puente Independencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variable Dependiente <p>La Condición estadística del puente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variable Independiente <p>Elementos Estructurales que conforman el Puente Independencia</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>El estudio se realizará de manera descriptiva, no experimental, de corte transversal</p> <p>Nivel de la Investigación</p> <p>Por el nivel de las diferentes características será de tipo: Descriptivo –Correlacional</p> <p>Diseño de la Investigación</p> <p>Comprende lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestra - Observación - Análisis - Evaluación - Resultados <p>Universo, Población y Muestra</p> <p>Universo: Esta dado por todos los puentes del departamento de Piura.</p> <p>Población: estuvo conformada por todos los elementos estructurales y no estructurales del Puente Independencia</p> <p>Muestra: fue constituida por los elementos analizados del puente.</p>

Tabla 16. Matriz de Consistencia.
Fuente: Elaboración Propia. (2019)

3.6. PRINCIPIOS ÉTICOS.

Robles (38) En la práctica científica hay principios éticos rectores. Dado que la ciencia busca evidencias y se apoya en la rigurosidad, el investigador debe hacer gala de "altos estándares éticos", como la responsabilidad y la honestidad. Muchos ideales y virtudes los recibe el científico de la sociedad en la cual está inmersa y a la cual se debe. La moralidad y el sentido del deber lo conectan a su entorno. Los científicos no son una clase aparte (no existe la carrera universitaria de científico) sino que pertenecen a distintas profesiones que obedecen a unos principios deontológicos (ética profesional) con los cuales el científico aporta a la construcción de una ética del investigador.

El presente proyecto de investigación se enmarca dentro de los lineamientos básicos del respeto a la persona humana, es decir, los derechos de autor respecto a las investigaciones realizadas tomadas para la presente tesis; así como la responsabilidad ética que implica los resultados de la investigación a realizar y que luego se pondrán a disposición de la población estudiantil de la universidad y de la sociedad. Por tal motivo en esta investigación se aplicaron los siguientes principios éticos:

1. Recopilación de información previa:

➤ **Responsabilidad y diligencia:** Se buscó responsable y diligentemente información o datos existentes que nos ayuden a cumplir con los objetivos del proyecto.

2. Inspección de campo y toma de datos:

➤ **Objetividad y veracidad:** Se registró objetivamente en la ficha de inspección de campo cada uno de las lesiones patológicas identificadas; como también el levantamiento gráfico y recuento fotográfico de las lesiones.

3. Análisis y evaluación del proceso patológico:

➤ **Competencia y conocimiento:** Capacidad para desarrollar el análisis y evaluación de la información recopilada durante la inspección de campo.

- **Objetividad y eficacia:** Se describió objetivamente e interpretar eficazmente los resultados del estudio patológico realizado; para establecer un acertado diagnóstico del estado actual de las estructuras evaluadas.
- **Veracidad:** Todos los datos incluidos son veraces cumpliendo con lo indicado dentro del anexo 06 para la elaboración del trabajo de tesis.

IV.- RESULTADOS

A continuación, presentamos los datos obtenidos de manera breve, precisa y concisa a través de tablas y gráficos descritos e interpretados respectivamente.

Los resultados que se presentan se muestran por cada unidad de Muestra evaluada en función de:

- Tipos de patologías presentes en cada una de las unidades de muestra.
- El nivel de seriedad de las patologías en cada componente de los componentes estructurales del puente en estudio.
- El porcentaje total de área afectada en cada unidad de muestra, para establecer el grado de afectación.

La orientación de donde se observará el puente, será de aguas abajo como se muestra en la figura.



*Imagen N° 31. Vista General del Puente Independencia.
Fuente: Elaboración propia (2019)*

Para la evaluación de las patologías en los diferentes componentes del puente Independencia, se empleó una ficha de inspección de las patologías elaborado por mi persona que está adjunto en el anexo, y para saber el nivel de severidad y asignar un tipo de calificación se utilizó el formato del guía de inspección de puentes del MTC publicada en diciembre de 2008.

En ello se puede observar la calificación y la condición, el MTC califica el nivel de severidad de 0,1 ,2, 3, 4, a 5 y las condiciones es de Excelente, bueno, regular, preocupante, malo, y pésimo respectivamente, tal como se observa en la tabla 17.

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 las 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 primarios. 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.

Tabla 17. Cuadro de condición global del puente
Fuente: Guía de Inspección, Evaluación y Mantenimientos de Puentes – MTC - 2008.

MUESTRA 01:

<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</p>		<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”</p>							
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA		CORDENADAS		ALTITUD		FECHA		31/05/2019	
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO S.		533075	9413473	24 m.s.n.m		UND. DE MUESTRA		1	
Lng.tramo (m)	Ancho tramo(m)	Area Total (m2)	% Area total	A. Afect	% A. Afect.	Area Amplificada(m2)			
227	0.3	408.6	100	2.59	0.40	1.036			
N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erosión por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
						<p>OBSERVACIONES: Aquí se pueden observar las barandas metálicas que a simple vista se observa inicios de corrosión por falta de un mantenimiento preventivo</p>			
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: BARANDAS					
ESTADO GENERAL SINTOMATICO									
ELEM.	TIPO DE PATOLOGIA	AREA DE COMPONENTE	GRADO SEVER.	%A. Afect	% Total	Cond. Est.	Fact. Impor	Cont.al Pte	
353	5. Oxidación	408.6	0	E	0	100	2.59	0.40	1.036
			1	B	65				
			2	R	25				
			3	P	10				
			4	M	0				
5	P	0							
GRADOS DE DETERIORO									
GRADO 1	Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales.								
GRADO 2	Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%								
GRADO 3	La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%.								
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA						(2.59) REGULAR			

Tabla 18. Cuadro de diagnóstico de Muestra 01.
Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 01, está conformada por las Barandas del puente Independencia, tanto del lado derecho e izquierdo haciendo un total de 408.6m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por la corrosión según la tabla 18, se divide en tres grados de severidad: bueno 65%, Regular 25% y Preocupante 10%.

Por tanto, la condición estadística de toda la muestra de las Barandas del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2.59, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 18.



Imagen N° 32. Área afectada en Barandas
Fuente: Elaboración propia (2019)

MUESTRA 02:

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE			“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”						
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA			CORDENADAS	ALTITUD	FECHA	31/05/2018			
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO S.			533075	9413473	24 m.s.n.m	UND. DE MUESTRA 2			
Lng.tramo (m)	Ancho tramo(m)	Area Total (m2)	% Area total	A. Afect	% A. Afect.	Area Amplificada(m2)			
227	1.5	681	100	3.00	0.20	0.6			
N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erosión por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
						OBSERVACIONES: Estas grietas que vemos en la figura se repiten a lo largo de toda la vereda tanto del lado derecho como izquierdo			
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: VEREDAS						
ESTADO GENERAL SINTOMATICO									
ELEM.	TIPO DE PATOLOGIA	AREA DE COMPONENTE	GRADO SEVER.	%A. Afect	% Total	Cond. Est.	Fact. Impor	Cont.al Pt	
311	1. Grietas	681	0	E	0	100	3.00	0.20	0.6
			1	B	43				
			2	R	32				
			3	P	25				
			4	M	0				
			5	P	0				
GRADOS DE DETERIORO									
GRADO 1	Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial								
GRADO 2	Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12mm de profundidad del concreto								
GRADO 3	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.								
GRADO 4	Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación. Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero								
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA						(3) MALO			

Tabla 19. Cuadro de diagnóstico de Muestra 02.
Fuente: Elaboración propia

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 02, está conformada por las Veredas del puente Independencia, tanto del lado derecho e izquierdo haciendo un total de 681m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las grietas según la tabla 19, se divide en tres grados de severidad: Bueno 43%, Regular 32% y Preocupante 25%.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las veredas del puente se puede resumir como Malo, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 19.

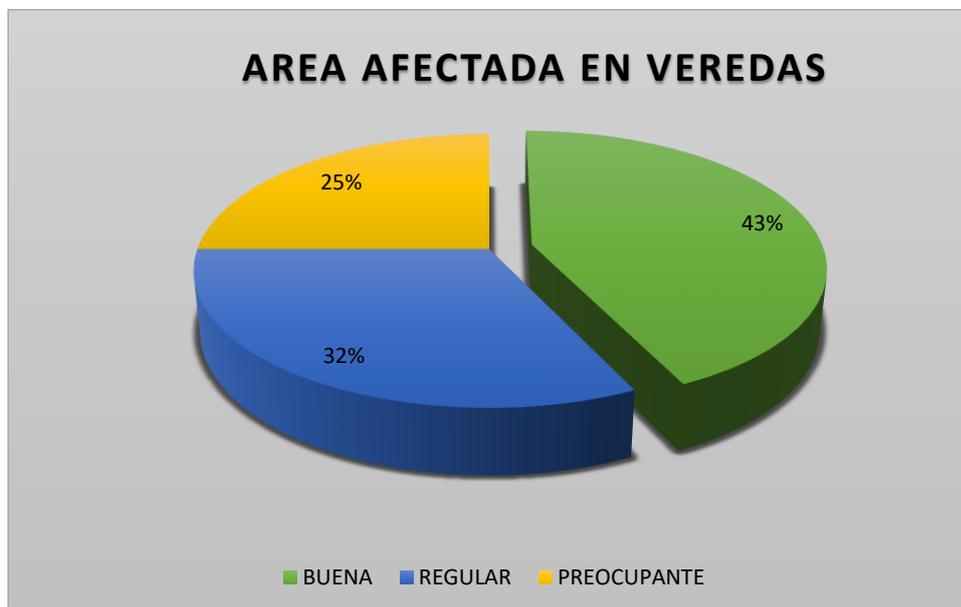


Imagen N° 33. Área afectada en Veredas
Fuente: Elaboración propia (2019)

MUESTRA 03:

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”							
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA		CORDENADAS		ALTITUD	FECHA	31/05/2018			
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO S.		533075	9413473	24 m.s.n.m	UND. DE MUESTRA	3			
Lng.tramo (m)	Ancho tramo(m)	Total (ml)	% Area total	Area. Afect	% A. Afect	rea Amplificada(m ²)			
10	0.445	80	100	4.00	0.40	1.6			
N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erocción por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
					OBSERVACIONES: La junta de expansión y contracción y la misma losa de aproximación se encuentran un tanto deterioradas. La Junta presenta la patología de Erosion por abrasión.				
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: JUNTA DE EXPANSIÓN Y CONTRACCIÓN						
ESTADO GENERAL SINTOMATICO									
ELEM.	TIPO DE PATOLOGIA	AREA DE COMPONENTE	GRADO SEVER.	%A. Afect	% Total	Cond. Est	Fact. Imp	Cont.al Pt	
343	10. Erosión por abrasión	80	0	E	0	100	4.00	0.40	1.6
			1	B	0				
			2	R	20				
			3	P	15				
			4	M	65				
5	P	0							
GRADOS DE DETERIORO									
GRADO 1	Pintura en mal estado, y oxidación superficial, sin corrosión. Desperdicios acumulados en la junta, sin obstruir su normal funcionamiento								
GRADO 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%.								
GRADO 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								
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA					(4) MALO				

Tabla 20. Cuadro de diagnóstico de Muestra 03.
 Fuente: Elaboración propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 03, está conformada por la Junta de Expansión y Contracción del puente Independencia, haciendo un total de 80 ml, lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por las Fisuras según la tabla 20, se divide en tres grados de severidad: Regular 32%, Preocupante 25% y Malo 65%.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de la Junta de Expansión y Contracción del puente se puede resumir como Malo, y de calificación número 4, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 20.

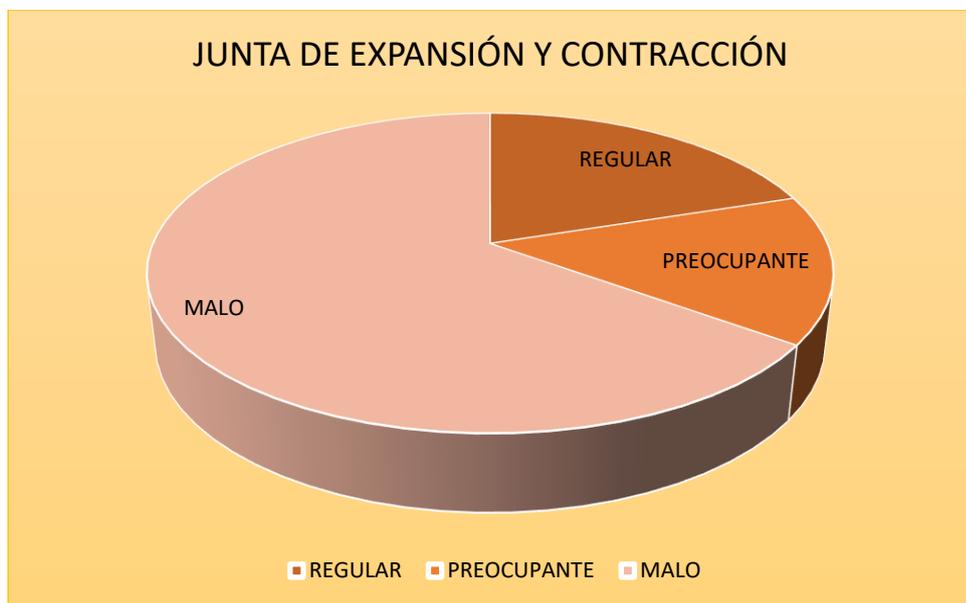


Imagen N° 34. Área afectada Junta de expansión y contracción.
Fuente: Elaboración propia (2019)

MUESTRA 04:

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”							
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA		CORDENADAS		ALTITUD		FECHA		31/05/2018	
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO		533075 9413473		24 m.s.n.m		UND. DE MUESTRA		4	
Lng.tramo (m)	Ancho tramo(m)	Sección Total (m3)	% Area total		A. Afect	% A. Afect.	Área Amplificada(m2)		
227	10	1021.5	100		1.92	0.40	0.768		
Nº	TIPO DE PATOLOGIAS	Nº	TIPO DE PATOLOGIAS	Nº	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erosión por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
				OBSERVACIONES: Para efectos de evaluación del Tablero consideramos la parte inferior donde se pudieron apreciar varias patologías entre las más importantes encontramos la eflorescencia.					
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: TABLERO					
ESTADO GENERAL SINTOMÁTICO									
Nº	TIPO DE PATOLOGIA	SECCION DEL COMPONENTE	GRADO SEVER.		%A. Afect	% Total	Cond. Est.	Fact. Impor	Cont.al Pt
M4	1. Eflorescencia	1021.5	0	E	0	100	1.92	0.40	0.768
			1	B	65				
			2	R	35				
			3	P	0				
			4	M	0				
5	P	0							
RESULTADO FINAL							1.92	0.40	0.77
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA							(1.92) BUENO		

Tabla 21. Cuadro de diagnóstico de Muestra 04.
 Fuente: Elaboración propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 04, está conformada por El Tablero del puente Independencia, por lo cual dicho tablero hace un total de 1589 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por la Eflorescencia según la tabla 21, se divide en dos grados de severidad: Bueno 65%, Regular 35%.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra del tablero del puente se puede resumir como Bueno, y de calificación número 1.92, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 21.

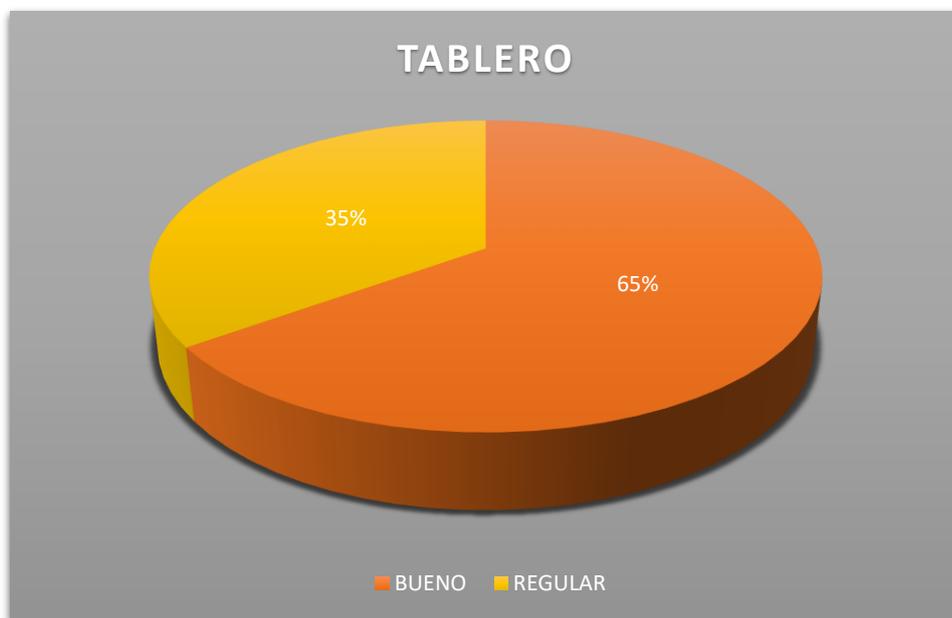


Imagen N° 35. Área afectada en Tablero.
Fuente: Elaboración propia (2019)

MUESTRA 05:

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</p>			<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”</p>						
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA			CORDENADAS		ALTITUD	FECHA	31/05/2018		
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO S.			533075	9413473	24 m.s.n.m	UND. DE MUESTRA	5		
Lng.tramo (m)	Ancho tramo(m)	Sección Total (m3)	% Area total	A. Afect	% A. Afect.	Area Amplificada(m2)			
227	1.2	272.4	100	3.00	1.00	3			
N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erosión por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
						<p>OBSERVACIONES: Las patologías de mayor incidencia en las Vigas Principales se encontraron la Abrasión y la Eflorescencia, tal como se aprecia en las imágenes. Para efectos de evaluación se considero la superficie o caras expuestas a estos tipos de patologías.</p>			
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: VIGAS PRINCIPALES					
ESTADO GENERAL SINTOMATICO									
ELEM.	TIPO DE PATOLOGIA	AREA DE COMPONENTE	GRADO SEVER.	%A. Afect	% Total	Cond. Est.	Fact. Impor	Cont.al Pt	
112	1. Erosión por abrasión	272.4	0	E		100	3.00	1.00	3
			1	B	23				
			2	R	52				
			3	P	25				
			4	M	0				
			5	P	0				
GRADOS DE DETERIORO									
GRADO 1	Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.								
GRADO 2	Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 25mm								
GRADO 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.								
GRADO 4	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%.								
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA						(3) MALO			

Tabla 22. Cuadro de diagnóstico de Muestra 05.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 05, está conformada por las Vigas Principales del puente Independencia, por lo cual dichas vigas hacen un total de 272.4 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por Erosión por Abrasión según la tabla 22, se divide en tres grados de severidad: Bueno 23%, Regular 52% y Preocupante 25%.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las vigas principales del puente se puede resumir como Malo, y de calificación número 3, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 22.

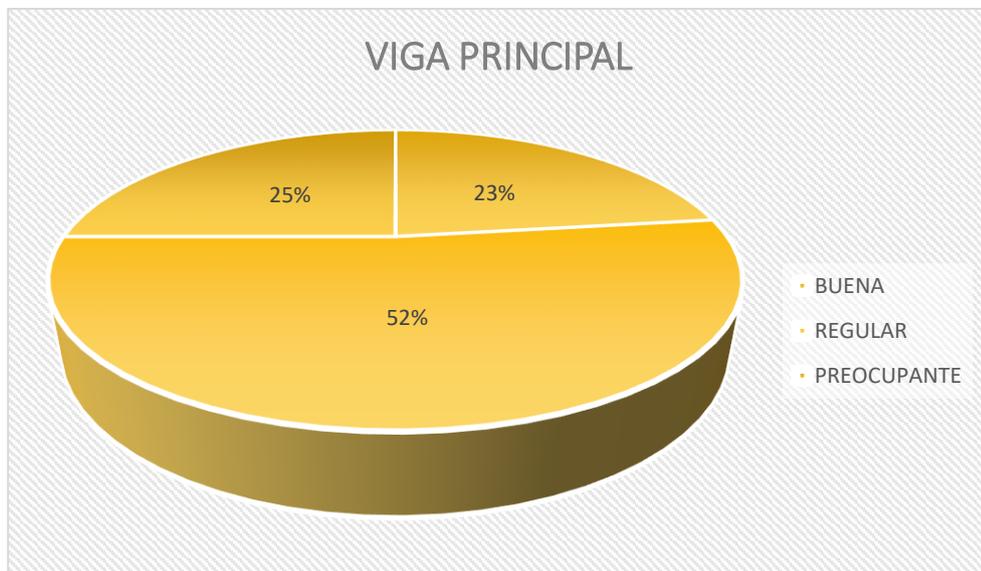


Imagen N° 36. Área afectada en Vigas Principales
Fuente: Elaboración propia (2019)

MUESTRA 06:

		<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”</p>							
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA		CORDENADAS		ALTITUD		FECHA	31/05/2018		
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO S.		533075	9413473	24 m.s.n.m		UND. DE MUESTRA	6		
Lng.tramo (m)	Sección	Sección Total (m3)	% Area total	A. Afect	% A. Afect.	Area Amplificada(m2)			
7	0.36	120.96	100	2.89	0.40	1.156			
Nº	TIPO DE PATOLOGIAS	Nº	TIPO DE PATOLOGIAS	Nº	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erosión por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
					<p>OBSERVACIONES: Las patologías de mayor incidencia en las Vigas Diafragmas son los impactos por causa de que en el ultimo fenomeno por la crecida del rio este trajo mucho desmonte lo cual impactan en las vigas al pasar por el puente.</p>				
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUPERESTRUCTURA			COMPONENTE DEL PUENTE: VIGAS DIAFRAGMAS						
ESTADO GENERAL SINTOMATICO									
ELEM.	TIPO DE PATOLOGIA	AREA DE COMPONENTE	GRADO SEVER.		%A. Afect	% Total	Cond. Est.	Fact. Impor	Cont.al Pt
111	1. Impacto.	120.96	0	E	0	100	2.89	0.40	1.156
			1	B	50				
			2	R	30				
			3	P	20				
			4	M	0				
			5	P	0				
GRADOS DE DETERIORO									
GRADO 1	Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.								
GRADO 2	Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 25mm								
GRADO 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.								
GRADO 4	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%.								
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA							(2.89) REGULAR		

Tabla 23. Cuadro de diagnóstico de Muestra 06.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 06, está conformada por las Vigas Diafragmas del puente Independencia, por lo cual dichas vigas hacen un total de 14.4 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por Impactos según la tabla 23, se divide en tres grados de severidad: Bueno 50%, Regular 30% y Preocupante 20%.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las vigas diafragmas del puente se puede resumir como Regular, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 23.



Imagen N° 37. Área afectada en Vigas Diafragmas
Fuente: Elaboración propi (2019)

MUESTRA 07:

		<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA-2019”</p>							
Estructura: PUENTE INDEPENDENCIA		CORDENADAS		ALTITUD		FECHA	31/05/2018		
EVALUADOR: KARL MANFREDT TALLEDO S.		533075	9413473	24 m.s.n.m		UND. DE MUESTRA	7		
Lng.tramo (m)	Ancho tramo(m)	Area Total (m2)	% Area total	A. Afect	% A. Afect.	Area Amplificada(m2)			
3.2	16.8	53.76	100	2.00	1.00	2			
N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS	N°	TIPO DE PATOLOGIAS				
1	Grietas	6	Desprendimiento	11	Erosión por cavitación				
2	Fisuras	7	Corrosión de concreto	12	Lixiviación				
3	Eflorescencia	8	Carbonatación	13	Colonización				
4	Impactos	9	Socavación	14	Fracturas				
5	Oxidación	10	Erosión por abrasión	15	Filtración (humedad)				
									
ELEMENTOS DEL PUENTE: SUBESTRUCTURA				COMPONENTE DEL PUENTE: PILARES					
ESTADO GENERAL SINTOMATICO									
ELEM.	TIPO DE PATOLOGIA	AREA DE COMPONENTE	GRADO SEVER.	%A. Afect	% Total	Cond. Est.	Fact. Impor	Cont.al Pt	
241	14. Fracturas.	53.76	0	E	0	100	2.00	1.00	2
			1	B	35				
			2	R	65				
			3	P	0				
			4	M	0				
5	P	0							
GRADOS DE DETERIORO									
GRADO 1	Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial. Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 12mm de profundidad.								
GRADO 2	Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 25mm de profundidad.								
GRADO 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.								
GRADO 4	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%.								
NIVEL DE SEVERIDAD DE UNIDAD DE MUESTRA						(2) REGULAR			

Tabla 24. Cuadro de diagnóstico de Muestra 07.
Fuente: Elaboración propia.

Descripción e Interpretación:

La Unidad de Muestra 07, está conformada por las Pilas del puente Independencia, por lo cual dichos elementos hacen un total de 53.76 m², lo cual se considera como el 100%, de los cuales el área afectada por Fracturas según la tabla 24, se divide en dos grados de severidad: Bueno 35%, Regular 65%.

Por tanto, el nivel de severidad de toda la muestra de las pilas del puente se puede resumir como Malo, y de calificación número 2, debido a la incidencia de las patologías en la muestra, tal como se puede apreciar en la tabla 24.



Imagen N° 38. Área afectada en Pilares
Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

En la siguiente grafica se muestra la condición estadística que es la situación integral para cada elemento del puente teniendo con mayor condición la Junta de Expansión y contracción tipo compresible/celular, con 4.00, seguido de las Vigas Principales; esto se aprecia desde la clasificación porcentual de los datos de campo, en donde se ha calificado con mayor calificación estos elementos Grado 3 (MALO) para cada uno.

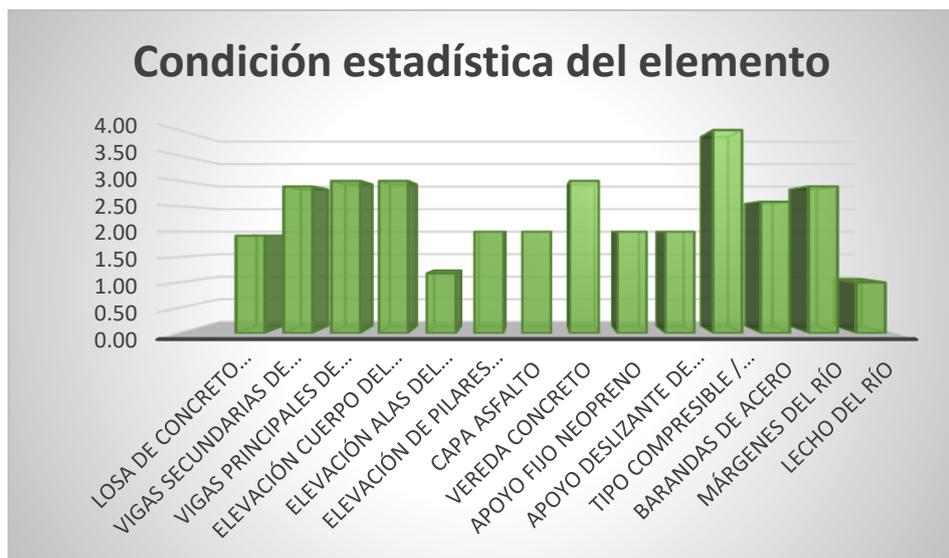


Figura 39. Grafica de Barras de la Condición Estadística del Elemento
Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente grafica muestra el grado de importancia que tiene cada elemento con relación al Puente, este grado está establecido en la Metodología SCAP.

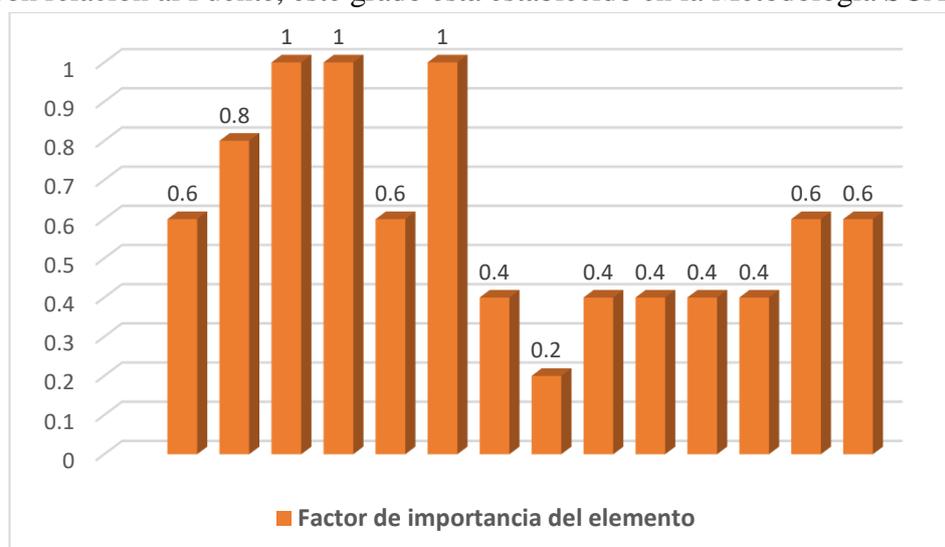


Figura 40. Grafica de Barras de los Factores de importancia de los Elementos
Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente grafica nos muestra la contribución del elemento al puente, siendo el de mayor contribución el elemento 101 para la losa de concreto armado.

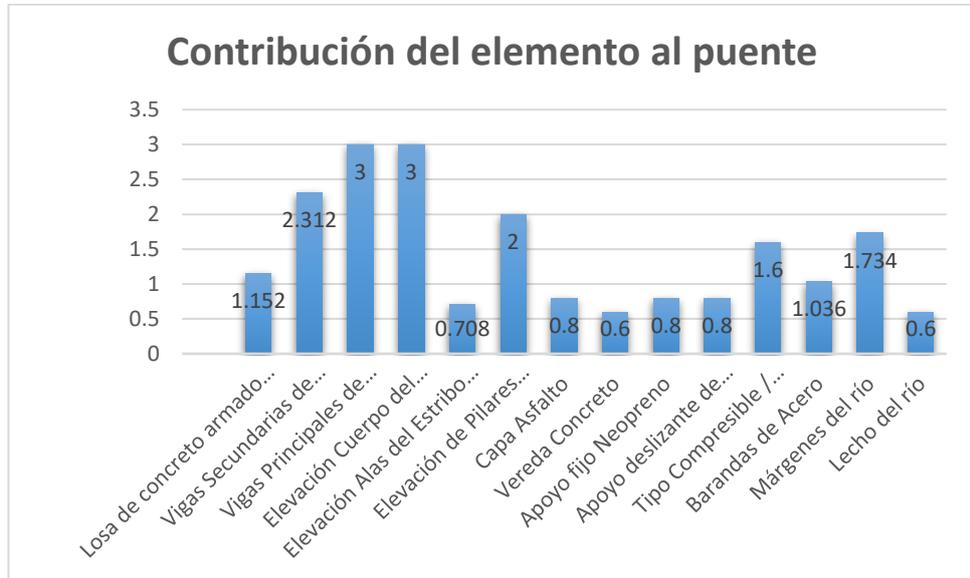


Figura 41. Grafica de Barras de la Contribución del Elemento al puente
Fuente: Elaboración Propia.

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

GRADO DE SEVERIDAD		
	CALIFICACIÓN	RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Tabla 25. Cuadro de Grado de Severidad de la condición Global del Puente Independencia
Fuente: Elaboración Propia.

V.- CONCLUSIONES

1. Del estudio realizado en los elementos estructurales del puente Independencia se encontraron las siguientes patologías:
 - Eflorescencia. En un estado regular un 35%.
 - Grietas. En estado preocupante un 25%.
 - Erosión por abrasión. En estado preocupante un 25%.
 - Fisuras. En estado malo un 65%
 - Fracturas. En estado Regular un 65%.
 - Oxidación. En estado preocupante un 10%.
 - Impactos. En estado preocupante un 20%.

2. La patología predominante es: Fractura con un porcentaje de área afectada de 65% respecto al área total.

3. Se concluye que el nivel de severidad en los elementos estructurales del Puente Independencia llega a un promedio de 3.44, lo cual indica según la Guía para Inspección de Puentes del MTC que dicha estructura en sí, se encuentra en un estado Malo.

Aspectos Complementarios.

Recomendaciones:

- ✓ De acuerdo a la evaluación del puente, se encuentra con un nivel de severidad Malo (3), se recomienda realizar un análisis estructural a toda la estructura del puente.
- ✓ Si bien es cierto este Puente ya ha soportado dos fenómenos de el Niño Costero, eso no significa que puede aguantar otro pues es muy posible que colapse por el tema de la socavación de los pilares. En nuestra inspección no se pudo llegar a ellos para ver sus bases por causa de que había agua en el lugar.
- ✓ Finalmente se recomienda a las autoridades puedan intervenir este puente lo más pronto posible para que brinde de alguna manera un mayor grado de confort a los usuarios que no son pocos, pues esta estructura básicamente une el bajo Piura con la ciudad en sí.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schierloh M. Inspección y evaluación de patologías en puentes de hormigón armado. Repositorio [seriada en línea 2012], [acceso el 12 de febrero del 2019], disponible en:
<http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2121/Asuncion2012%20%5BModo%20de%20compatibilidad%5D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. Tutti K. Instituto Sueco de Investigación en Cemento y Hormigón. Vol. 4. 1982. pp. 7. Disponible en línea:
<https://lucris.lub.lu.se/ws/files/4709458/3173290.pdf>.
3. Pérez C, Ravelo E., Evaluación, Diagnostico Patológico Y Propuesta De Intervención Del Puente Romero Aguirre. [Tesis] Cartagena; Universidad de Cartagena, c 2014. [Seriado en Línea]:
<http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/1367>.
4. Muñoz E, Gómez D. Análisis de la evolución de los daños en los puentes de Colombia, Colombia 2013, abril de 2013. [Seriado en Línea]:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000100003
5. Rocha A. Erosión en pilares y estribos de puentes. En: Introducción a la Hidráulica de las Obras Viales, 3 Ed., Lima: IGC; 2014.
6. Moreno R. Nivel de Deterioro Estructural en el Puente de Concreto "Puente Orellana". Tesis. Jaén, Cajamarca; 2013.
7. Iirsa Sur. Relevamiento de fisuras Puente Chaquimayo. Informe. 2015. Lima, Perú: Concesionaria Iirsa Sur; Odebrech Latinvest; 2015.
8. 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 (1° Puente), Puente Avelino Cáceres (2° Puente), Puente Miguel Grau, Puente Independencia; y la Influencia Patológica en su Vida Útil [Tesis para optar título]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2014.
9. Concar. Inspección Y Evaluación De Puentes Del Proyecto Cv Sullana. Sullana: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Provias Nacional, Piura; 2015.
10. Farfán F. Evaluación y determinación de las patologías en la estructura del puente Sullana ruta PE-01N km. 2+107, provincia de Sullana, departamento de Piura-

2018. [Tesis para optar título]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2018.
11. Chinga N. Determinación y evaluación de las patologías del puente mixto Pariñas I tipo losa con vigas de $l=150.50$ m, distrito de Pariñas, provincia de Tarma, departamento de Piura - 2018. [Tesis para optar título]. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2018.
 12. Ministerio de Transportes y comunicaciones. Guía Para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes. [Online] 218 [citado 2019 Ene. 30] Disponible en: www.mtc.gob.pe.
 13. Apuntes de Ingeniería civil. (Enero 2019) Definición de Puente. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://apuntesingenierocivil.blogspot.pe/2010/10/definicion-de-puentes.html>
 14. Villarino A. Tema 7 Puentes. [Seriado en línea] 2016 [Citado 2019 Ene 14]; Disponible en: <http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf>.
 15. Aparicio J. Losa de transición entre el estribo y el tablero de un puente con juntas de expansión y contracción de larga vida útil, y métodos de absorción de los movimientos de expansión y contracción del tablero de un puente. España [Seriado en línea]. Abril-2015 [Citado 2019 Ene 14]; Disponible en: <https://patentados.com/2015/losa-de-transicion-entre-el-estribo.1>.
 16. Guzmán T. S. “Inspección, evaluación y priorización de 8 puentes utilizando el Proceso Analítico Jerárquico” Costa Rica; 2012.
 17. Aranís C, Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado, Método Aashto – Lrfd. Primera ed. Lima, Perú: Aci - Uni; 2006.
 18. Seminario E. Guía para el diseño de puentes con viga losa. - 2004. [Tesis para optar título]. Piura, Perú: Universidad de Piura; 2004.
 19. Montejo A. Tecnología y patología del concreto armado. Bogotá: CEAC, 2013. p. 500. [Citado 2019 Feb 14]. Disponible en: <https://www.universilibros.com/temas/ingenieria-y-arquitectura/ingenieria-civil/tecnologia-y-patologia-del-concreto-armado>.

20. Sánchez D. Durabilidad y patología del concreto. Bogotá: Instituto del Concreto Asocreto, 2002. p. 196. [Seriado en línea]:
<https://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria-civil/709-durabilidad-y-patologia-del-concreto-segunda-edicion-9789588564081.html>.
21. Rivva E, Durabilidad y Patología del Concreto. [seriada en línea] 2006 [citado 2019 Feb 20], disponible en <http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-y-patologiadelconcretoenriquerivval>.
22. 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/>
23. Esteban A. Efectos de la Temperatura en el concreto. [seriada en línea] 2012 [citado 2019 Feb 20], disponible en: <https://es.scribd.com/document/365209051/Efectos-de-La-Temperatura-en-El-Concreto>.
24. Radar de Subsuelo. Lesiones mecánicas: fisuras y despegues. [seriada en línea] 2012 [citado 2019 Feb 20], disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6216/23capitulo14.pdf?sequence=23&isAllowed=y>.
25. Tapia K. Abrasión. [seriada en línea] 2012 [citado 27 Feb 2019], disponible en: https://www.academia.edu/8844892/ABRASI%C3%93N_Se_define_a.
26. Helo I. Socavación. [seriada en línea] 2014 [citado 27 Feb 2019], disponible en: <https://www.academia.edu/37834124/SOCAVACI%C3%93N>.
27. Sika. ¿Por qué se fisura el concreto? [Online]. [citado 2019 Feb 20], Available from: https://per.sika.com/content/peru/main/es/solutions_products/publicaciones/articulos-tecnicos/Por-que-se-fisura-el-concreto.html.
28. Sousa J. ¿Qué significa las grietas en las estructuras de hormigón? ArchDaily 2017. [actualizado 24 sep 2017; citado 20 Feb 2019], Available from: <https://www.archdaily.pe/pe/880210/que-significan-las-grietas-en-las-estructuras-de-hormigon>.
29. Aguilar Y. Tipos de Fisuras y Grietas estructurales. [citado 26 de Feb del 2019], Available from: <https://es.scribd.com/document/309968403/Tipos-de-Fisuras-y-Grietas-Estructurales>.
30. Astorga A. Rivero P. Causas, Identificación y Posibles Soluciones para las fisuras. CIGIR [Revista en línea]. 2009 [citado 26 de febrero del 2019],

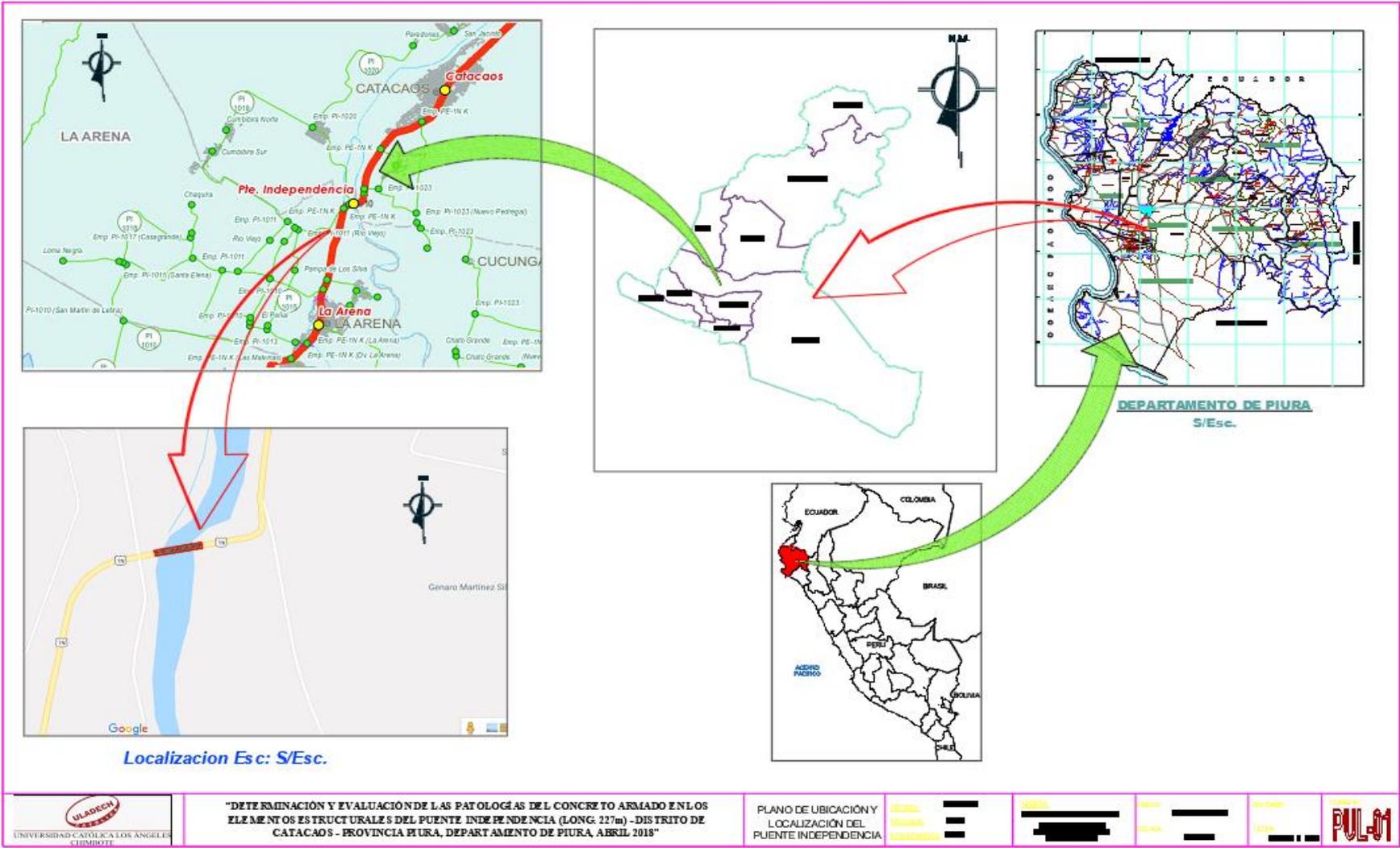
[acceso el 12 de febrero del 2019], Módulo III – Sección V. disponible en:

http://www.chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/05_causas_identificacion_y_posibles_soluciones_para_las_fisuras.pdf.

31. Instituto Valenciano de la edificación. Fisuras longitudinales en vigas de Hormigón. [citado 26 de febrero del 2019], [Seriado en Línea]: http://aire.five.es/datos/lesio/IVE_vigas_hormigon_fisuras_longitudinal.pdf.
32. Euclid Group Toxement. Oficina Principal: Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7. Vereda Tibitó, Tocancipá. Medellín – Colombia. www.toxement.com.co.
33. Monjo J. Patologías de cerramientos y acabados arquitectónicos. 2a ed. Madrid, España: Munilla-Leria; 1997.
34. Cañamares J. Sistemas de Gestión de Puentes Optimización de estrategias de Mantenimiento Implementación en redes locales. [Online].; 2016 [cited 2018. Available from: http://oa.upm.es/39436/1/Javier_Martinez_Canamares.pdf.
35. Avendaño OV. "Programa de Puentes". In Provias Nacional MTC- Programa 2012 - 2020 - Programa de Puentes; 2012; Lima - Perú.
36. "Guía para Inspección de Puentes". Resolución Directorial. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Lima; 2008.
37. Pozo F. Sistema de Gestion para la Administracion de Puentes de la Red Vial Nacional. Provias Nacional, Lima.2018.
38. Robles C. La Ética en la Investigación, Slideshare [seriada en línea] 2008 [citado 2016 Diciembre 07], disponible en <http://es.slideshare.net/robles585/la-tica-en-la-investigacin>.

ANEXOS.

Anexo 1. Plano de ubicación del puente Independencia



Anexo 2. Elementos conformantes de un puente y su importancia

ELEMENTOS CONFORMANTES DE UN PUENTE Y SU IMPORTANCIA				
Item	Codif. Elemento	Elemento	Unidad	Factor Importanci
1	101	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	m3	1.00
2	102	Losa de concreto pretensado (Pretensado Longitudinal)	m3	1.00
3	103	Losa de Concreto Simple	m3	1.00
4	104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	m3	1.00
5	105	Losa de concreto pretensado (Pretensado Transversal)	m3	1.00
6	106	Plancha Metálica Corrugada	m2	1.00
7	107	Tablero de Madera	ft.2	1.00
8	110	Viga Principales concreto armado	m3	1.00
9	111	Vigas Secundarias de concreto armado	m3	1.00
10	112	Vigas Principales de concreto pretensado	m3	1.00
11	113	Vigas Secundarias de concreto Pretensado	m3	1.00
12	114	Vigas Principales de Acero Estructural	kg	1.00
13	115	Vigas Secundarias de Acero	kg	1.00
14	116	Vigas de Madera	ft.2	1.00
15	117	Aniestros de Acero	kg	1.00
16	131	Columnas de concreto armado	m3	1.00
17	132	Columnas de concreto pretensado	m3	1.00
18	133	Columna de acero estructural	kg	1.00
19	134	Muros de Concreto Armado	m3	1.00
20	135	Muros de Concreto Simple	m3	1.00
21	136	Tirante de Concreto Pretensado en pórticos	m3	1.00
22	145	Arco de concreto armado	m3	1.00
23	146	Arco de acero estructural	kg	1.00
24	160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de A	kg	1.00
25	161	Vigas Transversales y Largueros de Acero	kg	1.00
26	168	Estructura Metálica Bailey	und.	1.00
27	180	Cables Principales de Acero	kg	1.00
28	181	Barras de Anclaje en puentes colgantes	und.	1.00
29	182	Tornes de Acero	kg	1.00
30	183	Péndolas de Acero con Sockets	kg	1.00
31	184	Accesorios (Sillas de Montar, Montura de Péndolas) er	und.	1.00
32	185	Vigas de Rigidez	kg	1.00
33	186	Aniestros de Acero	kg	1.00
34	190	Losa de Concreto Simple	m3	1.00
35	191	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	m3	1.00
36	192	Muros de Concreto Simple	m3	1.00
37	193	Muros de Concreto Armado Alcantarilla	m3	1.00
38	196	Plancha Metálica Corrugada (TMC)	m2	1.00
39	201	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Simple	m3	1.00
40	202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	m3	1.00
41	203	Elevación Cuerpo del Estribo Madera	ft.2	1.00
42	204	Elevación Alas del Estribo Concreto Simple	m3	1.00
43	205	Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado	m3	1.00
44	206	Elevación Alas del Estribo Madera	ft.2	1.00
45	207	Elevación Cuerpo del Estribo de Mampostería de Piedr	m3	1.00

46	208	Elevación Alas del Estribo Mampostería de Piedra	m3	1.00
47	215	Zapata de Concreto Simple	m3	1.00
48	216	Zapata de Concreto armado para Estribos	m3	1.00
49	217	Zapata de Mampostería de Piedra	m3	1.00
50	220	Caisson de Concreto Simple	m3	1.00
51	221	Caisson de Concreto Armado	m3	1.00
52	230	Pilotes de Concreto Armado	m3	1.00
53	231	Pilotes de Acero Estructural	kg	1.00
54	232	Pilotes de Madera	ft.2	1.00
55	240	Elevación de Pilares Concreto Simple	m3	1.00
56	241	Elevación de Pilares Concreto Armado	m3	1.00
57	242	Elevación de Pilares de Madera	ft.2	1.00
58	301	Capa Asfalto	m2	0.60
59	302	Capa Concreto Pobre	m2	0.60
60	303	Tablones de Madera	ft.2	0.60
61	311	Verecla Concreto	m2	0.60
62	313	Verecla de Madera	ft.2	0.60
63	321	Apoyo fijo Neopreno	und.	0.60
64	322	Apoyo deslizante de neopreno	und.	0.60
65	323	Apoyo Deslizante Acero	und.	0.60
66	324	Apoyo articulado de acero	und.	0.60
67	325	Apoyo Roller Acero	und.	0.60
68	326	Apoyo Rocker Acero	und.	0.60
69	327	Apoyo articulado Concreto	und.	0.60
70	328	Apoyo Rocker de Concreto	und.	0.60
71	329	Apoyo Eslabón y Pin (Vigas Gerber)	und.	0.60
72	341	Planchas Deslizantes	m1	0.60
73	342	Tipo Peine	m1	0.60
74	343	Tipo Compresible / Expandible Celular	m1	0.60
75	344	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sc	m1	0.60
76	351	Barandas de Madera	m1	0.60
77	352	Barandas de Concreto	m1	0.60
78	353	Barandas de Acero	m1	0.60
79	354	Parapeto de Concreto Armado	m1	0.60
80	355	Guardavías	m1	0.60
81	401	Márgenes del río	m1	0.40
82	402	Lecho del río	m1	0.40
83	406	Enrocado	m1	0.40
84	410	Muro de Concreto Simple.	m3	0.40
85	411	Muro de Concreto Armado – Cauce	m3	0.40
86	412	Solado Concreto Simple	m3	0.40
87	413	Solado Concreto	m3	0.40
88	501	Señalización	und.	0.00
89	503	Muro de Concreto Simple – Accesos	m3	0.00
90	504	Muro de Concreto Armado en accesos	m3	0.00
91	505	Zapata de Concreto Simple en muros de contención	m3	0.00
92	506	Zapata de Concreto armado	m3	0.00
93	526	Alcantarilla de Plancha Corrugada TMC	m1	0.00

Anexo 3.

Descripción de los grados de severidad de daños de los elementos del Puente.

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

Unidad de Descripción: Losa con Vigas.

Factor de importancia 0.6

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

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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 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.

3. Puede haber rajaduras menores de 5mm 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 5mm 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.

5. Colapso del elemento.

Elemento N° 111: Vigas Secundarias de concreto armado

Unidad de Descripción: Losa con Viga

Este elemento define a unidades de viga de concreto armado.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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.

4. 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.

Elemento N° 112: Vigas Principales de concreto pretensado

Grupo: Superestructura

Sistema de Protecc Asociado:

Unidad: m3

Unidad de Descripción: Losa con Viga

Factor de importancia : 1

Descripción: Este elemento define a unidades de viga de concreto pretensado

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

1. El elemento no muestra deterioro

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

1. Pueden presentarse disgregación o desprendimiento superficial del concreto menor de 12mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.5mm de separación, que no sean por causas estructurales.

2. Pueden presentarse disgregación o desprendimiento superficial del concreto menor de 25mm de profundidad, pero sin exposición de las armaduras ordinarias o evidencia de corrosión de las mismas. fuera de la zona de los ductos de pretensado.

Puede haber fisuración menor de 1.5mm de separación en la zona de los ductos de pretensado.

3. Pueden presentarse disgregación o desprendimiento superficial del concreto mayores de 25mm de profundidad, con exposición de las armaduras ordinarias

Puede haber corrosión de las armaduras ordinarias. con pérdidas de sección menores a 10%.

Puede presentarse rajaduras mayores de 1.5mm de separación en la zona del ducto de pretensado con exposición y corrosión y/o rotura de los alambres de pretensado Puede haber deterioro de los anclajes y/o aplastamiento del concreto en la zona de los anclajes.

En estos casos puede ocurrir una rápida propagación de rajaduras en la zona del ducto de pretensado y una acentuada deflexión del elemento y se tiene suficiente evidencia para exigirse un análisis para verificar la capacidad resistente y/o de servicio del elemento.

4. Colapso del elemento.

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

Grupo: Subestructura

Sistema de Protecc Asociado:

Unidad: m3

Unidad de Descripción: Estribo

Factor de importancia 1

Elemento N° 205: Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado

Unidad de Descripción: Estribo

Factor de importancia 0.6

Elemento N° 241: Elevación de Pilares Concreto Armado

Unidad de Descripción: Pilares

Factor de importancia 1

Descripción: Este elemento define las elevaciones del cuerpo central de los estribos y pilares construidos en concreto armado.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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.

4. 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.

5. Colapso del elemento.

Elemento N° 301: Capa Asfalto

Grupo: Detalle, Superficie de Desgaste

Sistema de Protecc Asociado:

Unidad: m²

Unidad de Descripción: Superficie de Desgaste

Factor de importancia 0.4

Descripción: Este elemento define a la superficie de desgaste del tablero del puente que ha sido construido en asfalto.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

1. Fisuraciones menores.

Desgaste superficial del material sellante

Desgaste superficial con exposición de los agregados.

1. 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.

Carpeta asfáltica en espesor mayor al de diseño, generalmente establecido en 5cm, y en cualquier estado.

2. Colapso del elemento.

Elemento N° 311: Vereda Concreto

Grupo: Detalles, Vereda

Sistema de Protecc Asociado:

Unidad: m²

Unidad de Descripción: Vereda

Factor de importancia 0.2

Descripción: Este elemento define a veredas de concreto reforzado con armaduras Sin revestimiento especial

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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 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.

3. 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.

1. 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.

2. Colapso del elemento.

Elemento N° 321 : Apoyo fijo Neopreno

Grupo : Apoyos

Sistema de Protección Asociado:

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.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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

Sistema de Protección Asociado:

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 lanas 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° 343: Tipo Compresible / Expandible Celular

Grupo: Juntas de Expansión

Sistema de Protecc Asociado:

Unidad: ml

Unidad de Descripción: Junta de Expansión

Factor de importancia 0.4

Descripción: Este elemento define a unidades de juntas de expansión del tipo compresible/expandible celular.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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

2. Hay desprendimientos menores del 10% de la longitud de la junta.

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

3. Hay desprendimientos mayores del 10% de longitud de la junta. Hay deterioros en la junta por abrasión y desgarramientos.

Puede haber rajaduras en el concreto, con indicios de falla en los anclajes de los ángulos de refuerzo.

Filtración y escurrimiento de agua debajo de la junta, provocando daños en la losa.

4. Colapso del elemento.

Elemento N° 353: Barandas de Acero

Grupo: Baranda

Sistema de Protecc Asociado: Pintura

Unidad: ml

Unidad de Descripción: Baranda
Factor de importancia 0.4

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

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

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%.

4. Colapso del elemento.

Elemento N° 401: Márgenes del río

Grupo: Cauces
Sistema de Protecc Asociado: Enrocado, gaviones, muros de contención
Unidad: ml
Unidad de Descripción: Cauce
Factor de importancia 0.6

Descripción: Este elemento define a las márgenes del río.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

1. Inundación de las márgenes en aguas extraordinarias, sin producir deterioros en los taludes de las riberas.

Márgenes con taludes relativamente, bien definidas y alineadas.

2. Inundación de las márgenes, estacionalmente, en aguas máximas. Pueden producirse derrumbes en sectores de las márgenes.

Pueden provocar algunos desprendimientos en los rellenos de los estribos. Taludes de las márgenes con algunas curvas y desalineamientos.

3. Desbordes estacionales del río en aguas máximas, inundando las márgenes y pasando detrás de los estribos.

Derrumbes de taludes generalizado.

Deterioro o erosión severa en los rellenos de los estribos, con descubrimiento de la cimentación de los estribos.

Taludes de las márgenes con curvas cerradas o desalineamientos.

4. Colapso del elemento.

Elemento N° 402: Lecho del río

Grupo: Cauces

Sistema de Protecc Asociado: Gaviones, enrocado, solado concreto

Unidad: ml

Unidad de Descripción: Cauce

Factor de importancia 0.6

Descripción: Este elemento define el lecho del río.

Estado Descripción de los grados de severidad de daños:

0. El elemento no presenta deterioro.

1. Agradación o degradación mínima del lecho del río, en aguas extraordinarias, sin producir daños en la subestructura del Puente.

Cauce con poco material que interfiera el flujo del río.

Flujo relativamente estable dentro del cauce.

Pendiente suave.

2. Agradación o degradación moderada del río, estacionalmente, en aguas máximas, mínimas, sin afectar severamente la cimentación del Puente.

Cauce con regular material que interfiere flujo del río.

Flujo divagante dentro del cauce.

Pendiente con ciertos cambios ligeros en la pendiente del cauce.

1. Degradación del lecho del río, descubriendo los cimientos de los pilares.
Agradación del lecho del río, provocando la reducción del área de aforo del río.

Socavación localizada alrededor de los cimientos de los pilares.

Cauce con abundante material que obstaculiza flujo del río (bloques de concreto y bolonerías de mediano diámetro)

Cauce indefinido del río.

Cambios abruptos en la pendiente del cauce.

2. Socavación o Agradación externa.

Cauce con bloques de concreto, bolonerías u otro bloque-material de gran diámetro que obstaculiza el flujo del río y lo redirecciona hacia las márgenes.

Anexo 4. Fichas de evaluación según el SCAP.

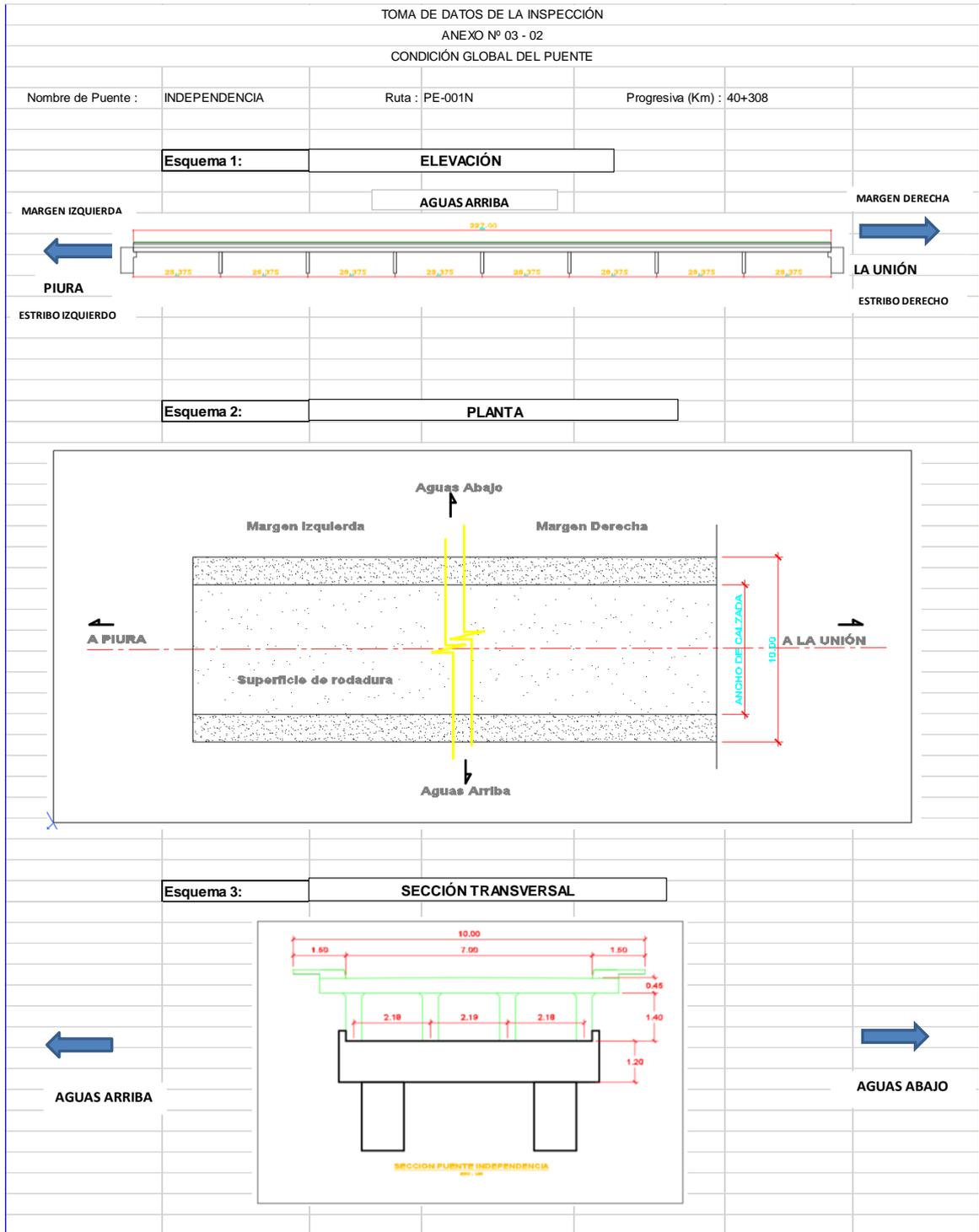
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN					
ANEXO Nº 03 - 01					
1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN					
Nombre Puente	INDEPENDENCIA	Tramo Carretera:	Piura - La Unión		
Tipo Puente :	Losa con Vigas	Dpto. Político:	Piura		
Sobre (*) :	Quebrada con agua	Dpto. Vial :	Piura		
Altitud (msnm) :	164.000	Provincia :	Piura		
Latitud (grad, min) :	4°45'34.66"S	Distrito :	Piura		
Longitud (grad, min) :	80°58'53.39"W	Poblado Cercano :	Catacaos		
Ruta :	PE001N	Kilometraje :	40+308		
2) DATOS GENERALES					
Puente Sobre :	Quebrada con agua	Nombre :	Sin información		
Longitud Total (m) :	227.00	Número Vías Tránsito :	2		
Ancho Calzada (m) :	7.00	Sobrecarga Diseño :	HL-93		
Ancho Vereda (m) :	1.50	Número Proyecto :	Sin información		
Altura Libre Superior (m) :	Libre	Año Construcción :	2016		
Altura Libre Inferior (m) :	No aplica	Última Inspección (dd/mm/aa) :	15/01/2019		
Tipo Servicio :	Irrestricto	Último Trabajo :	Sin información		
Tráfico (veh/día) :	2722	% Camiones y Buses :	49.34		
Año :	2018	Alineamiento :	Esviado		
Condiciones Ambientales :	Benigno	CARGA INDICADA EN CARTEL	No		
3) TRAMOS					
Numero Tramos :	8	Longitud Total(mts.) :	227.00		
Tramos :	Igual	Longitud 1 = 2. Tramo (m) :	28.375		
Luz Principal (m) :	28.38	Longitud 3 = 4 Tramo (m) :	28.375		
TRAMO 1 (Principal)		TRAMO 2			
Categoría/Tipo :	Definitivo	Categoría/Tipo :	No aplica		
Características Secundari:	Losa con vigas	Características Secu	No aplica		
Condición Borde :	Simplemente apoyado	Condición Borde :	No aplica		
Material Predominante :	Concreto Armado	Material Predominant	No aplica		
4) TABLERO DE RODADURA					
LOSA		VIGAS			
Material :	Concreto Armado	Tipo :	Viga longitudinal		
Espesor (m) :	0.35	N° Vigas :	4		
Superficie de Desgaste :	Asfalto	Material :	Concreto Armado		
		Forma :	I		
		Peralte (m) :	1.4		
		Separación entre Eje	2.18		
5) SUBESTRUCTURA					
ESTRIBO IZQUIERDO		ESTRIBO DERECHO			
Elevación / Tipo :	Cantiliver	Elevación / Tipo :	Cantiliver		
Elevación / Material :	Concreto Armado	Elevación / Material :	Concreto Armado		
Cimentación / Tipo :	Zapata	Cimentación / Tipo :	Zapata		
Cimentación / Material :	Concreto Armado	Cimentación / Materi	Concreto Armado		
6) PILARES					
PILAR 1		PILAR 2		PILAR 3 - 8	
Elevación / Tipo :	Pórtico	Elevación / Tipo :	Pórtico	Elevación / Tipo :	Pórtico
Elevación / Material :	Concreto Armado	Elevación / Material :	Concreto Armado	Elevación / Material :	Concreto Armado
Cimentación / Tipo :	Pilotes	Cimentación / Tipo :	Pilotes	Cimentación / Tipo :	Pilotes
Cimentación / Material :	Concreto Armado	Cimentación / Material :	Concreto Armado	Cimentación / Material :	Concreto Armado
7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE					
IZQUIERDO			DERECHO		
Elevación / Tipo :	No aplica	Elevación / Tipo :	No aplica	Elevación / Tipo :	No aplica
Elevación / Material :	No aplica	Elevación / Material :	No aplica	Elevación / Material :	No aplica
Cimentación / Tipo :	No aplica	Cimentación / Tipo :	No aplica	Cimentación / Tipo :	No aplica
Cimentación / Material :	No aplica	Cimentación / Material :	No aplica	Cimentación / Material :	No aplica

8) DETALLES						
<u>BARANDAS</u>			<u>VEREDAS Y SARDINELES</u>			
Tipo : Postes y pasamanos			Ancho Vereda (m) : 1.5			
Material : Acero			Altura Sardinel (m) : No aplica			
			Material : Concreto Simple			
<u>APOYO 1</u>		<u>APOYO 2, 3,4 y 7</u>		<u>APOYO 8</u>		
Tipo : Fijo		Tipo : Móvil/Fijo		Tipo : Móvil		
Material : Elastómero		Material : Elastómero/ Elastóm		Material : Elastómero		
Ubicación : Estribo izquierdo		Ubicación : Pilar/ Pilar		Ubicación : Estribo derecho		
Número : 8		Número : 7/7		Número : 8		
<u>JUNTAS DE EXPANSIÓN 1,2,3,4,5 y 6</u>			<u>DRENAJE DE CALZADA</u>			
Tipo : compresible/expansible			Tipo : Tubo			
Material : Acero			Material : PVC			
9) ACCESOS						
<u>ACCESO IZQUIERDO</u>			<u>ACCESO DERECHO</u>			
Longitud Transición (m) : 100			Longitud Transición (m) : 100			
Alineamiento : Paralelo			Alineamiento : Paralelo			
Ancho de Calzada (m) : 7.00			Ancho de Calzada (m) : 7.00			
Ancho Total Bermas (m) : 4.60			Ancho Total Bermas (m) : 4.60			
Pendiente Alta : No			Pendiente Alta : No			
Visibilidad : Buena			Visibilidad : Buena			
10) SEGURIDAD VIAL						
<u>ACCESO IZQUIERDO</u>			<u>ACCESO DERECHO</u>			
Señal Informativa : Si			Señal Informativa : Si			
Señal Preventiva : No			Señal Preventiva : No			
Señal Reglamentaria : Si			Señal Reglamentaria : Si			
Señal Horizontal : No			Señal Horizontal : No			
11) SOBRECARGA						
Carga de Diseño :		Sin información		Cara Máxima Actual : Sin información		
Sobreesfuerzo :		-		Señalización de Carga : No		
12) RUTA ALTERNA						
Tipo Otras Rutas :			No existe			
<u>VADO</u>			<u>PUENTE PARALELO</u>			
Distancia de Puente (Km) : No aplica			Posibilidad de Construir : No aplica			
Período de Funcionamiento (meses) : No aplica			Longitud Total (m) : No aplica			
Profundidad de Aguas Mínimas (m) : No aplica			Subestructura : No aplica			
Naturaleza del Suelo : No aplica			Tipo : No aplica			
Variante Existe : No Hay						
Necesidad de Construirlo : No						
13) CONDICIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA						
Condición de la Carretera :			BUENA			
14) SUELO DE CIMENTACIÓN						
		ESTRIBO IZQ.	ESTRIBO DER.	PILAR 1	PILAR 2	PILAR 3
Material :		Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla
Comentarios :						
15) NIVELES DE AGUA						
Aguas Máximas (m) :		1.50	Período Aguas Máximas		Fen. El Niño	
Aguas Mínimas (m) :		0.10	Período Estiaje		No	
Aguas Extraordinarias (m) :		2.50	Frecuencia de Retorno		No	
Galibo Determinado (m) :		8.80	Fecha (dd/mm/aa)		15/01/2019	
Galibo Obtenido del Plano (m) :		No	Galibo Aguas Máximas (m)		0.00	
16) CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL PUENTE						
Longitud Aceptable :		Si	Longitud Requerida (m)		No	
Altura Aceptable :		No	Altura Adicional Requerida (m)		No	
Necesita Encauzamiento :		Si	Longitud de Encauzamiento (m)		No	
Socavación del Cauce :		Si	Profundidad de Socavación		No	

Anexo 5. Condición Estadística del Puente Independencia.

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN											
ANEXO Nº 03 - 02											
CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE											
Nombre de Puente :	INDEPENDENCIA			Ruta :	PE-001N			Progresiva (Km) :	40+308		
Tabla 1											
CODIGO	DESCRIPCION	METRADO	UND.	Factor de Importancia	CALIFICACION (%)						CONDICION ESTADISTICA DEL PUENTE
					0 Muy Bueno	1 Bueno	2 Satisfactorio	3 Marginal	4 Pobre	5 Muy Pobre	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1021.50	m3	0.6		80	20				3.439
111	Vigas Secundarias de concreto armado	120.96	m3	0.8		50	30	20			
112	Vigas Principales de concreto pretensado	572.04	m3	1.0		23	52	25			
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	221.90	m3	1.0		70		30			
205	Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado	1.47	m3	0.6		99	1				
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	126.00	m3	1.0		35	65				
301	Capa Asfalto	1589.00	m2	0.4		0	100				
311	Vereda Concreto	681.00	m2	0.2		43	32	25			
321	Apoyo fijo Neopreno	30.00	und.	0.4		50	50				
322	Apoyo deslizante de neopreno	30.00	und.	0.4		50	50				
343	Tipo Compresible / Expandible Celular	80.00	mI	0.4		0	20	15	65		
353	Barandas de Acero	408.60	mI	0.4		65	25	10			
401	Márgenes del río	812.00	mI	0.6		80		20			
402	Lecho del río	406.00	mI	0.6		100					

Anexo 6. Croquis del Puente Independencia.

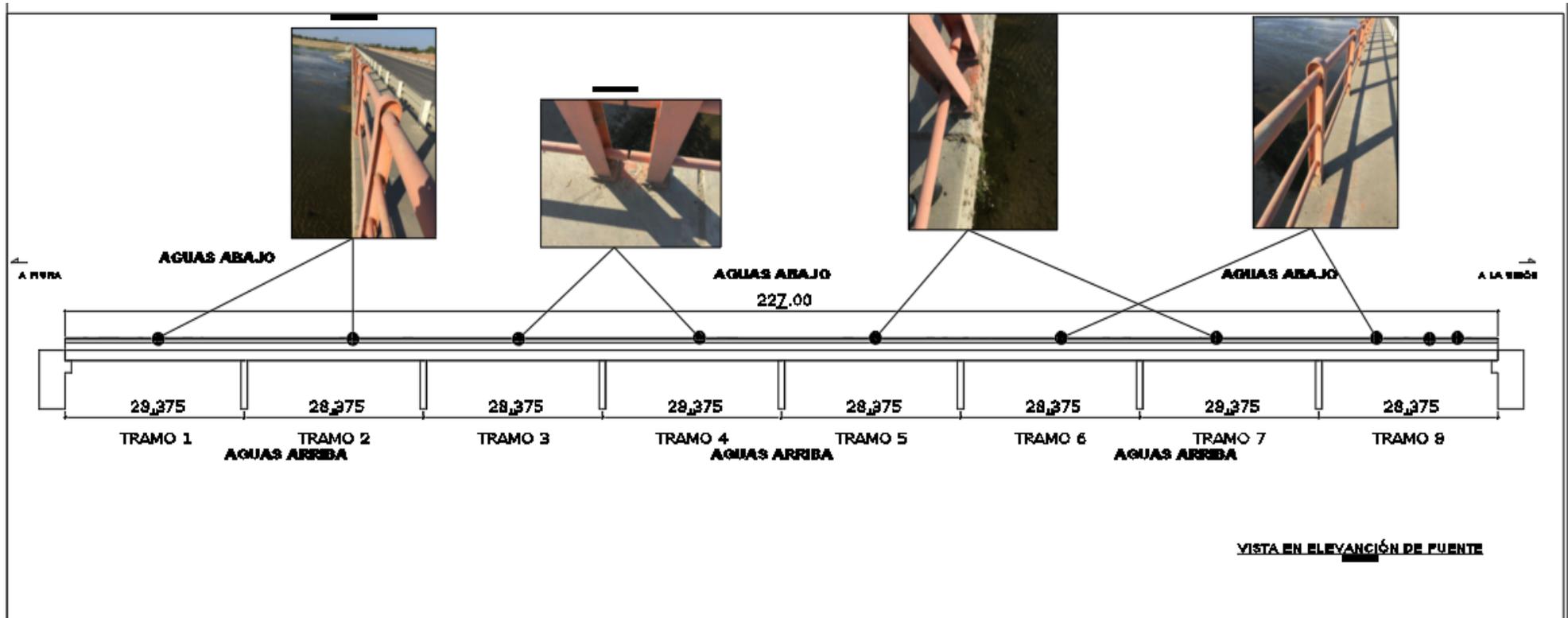


Anexo 7. Panel fotográfico del Puente Independencia.

TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN						
ANEXO Nº 03 - 03						
PANEL FOTOGRAFICO						
Nombre de Puente :		INDEPENDENCIA	Ruta :	PE-001N	Progresiva (Km) :	40+308
LISTA DE FOTOGRAFÍAS						
NRO.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ROLLO	NEG.	DIGITAL	VIDEO
1	12/01/2019	Vista desde el acceso Derecho del puente. Aguas Abajo.				
2	12/01/2019	Vista de acceso deerecho del puente, se observa que los accesos están protegidos con guardavías de doble viga.				
3	12/01/2019	Vista aguas arriba del puente, cauce con material que interfiere el flujo.				
4	12/01/2019	Vista aguas abajo de puente, cauce libre de material que interfiera el flujo.				
5	12/01/2019	Vista de apoyos de Neopreno los cuales se encuentran en regulares condiciones, presentan material suelto y organico lo cual dificulta el libre desplazamiento.				

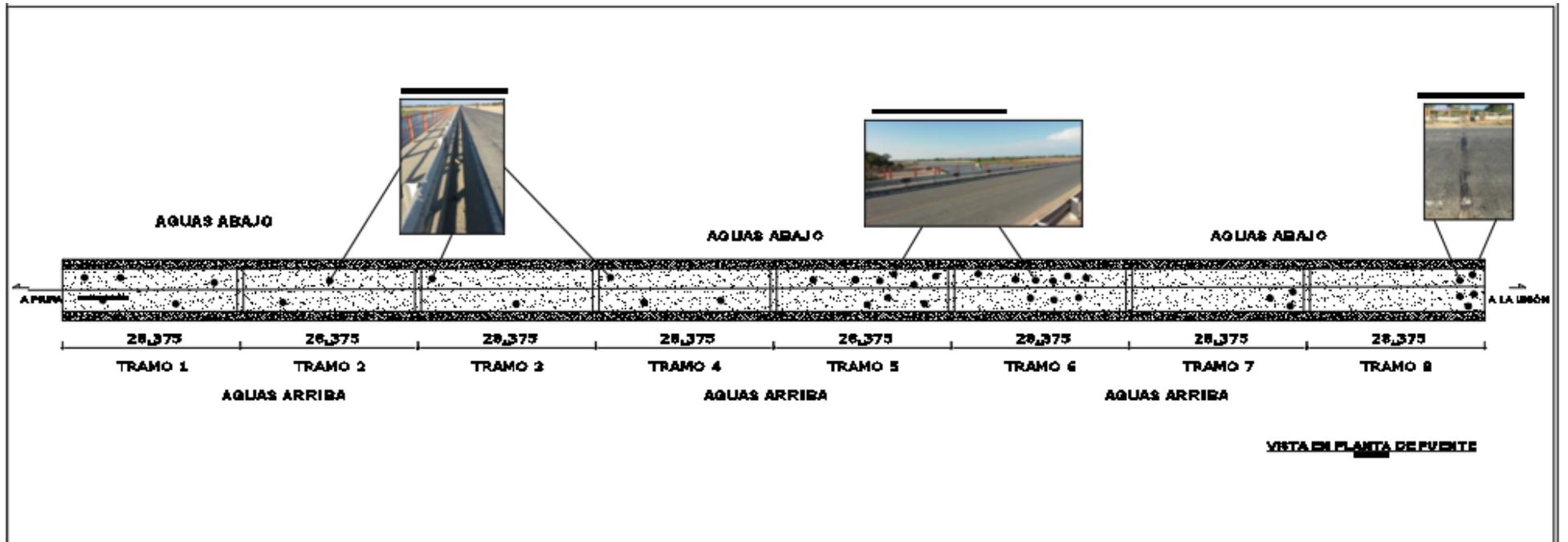
7	12/01/2019	Vista de las 4 vigas tipo AASHTO, con 4 vigas diafragmas con Pilares aporticados de 2 columnas cada uno y un cabezal de concreto armado.	
8	12/01/2019	Vista de parte inferior de losa de concreto en regular estado.	
9	12/01/2019	Vista de las veredas laterales, las mismas se encuentran encarriladas por los Guarda Vías y Barandas Metálicas tipo Poste con pasamanos de acero.	
10	12/01/2019	Vista de la junta tipo compresible / expandible, con desprendimiento del sello de la junta.	
11	12/01/2019	Vista de la capa asfáltica en buen estado	

14	12/01/2019	Vista de la baranda metálica del Puente en buen estado.	
16	12/01/2019	Margen derecha aguas abajo	
19	12/01/2019	Vista del lecho del cauce aguas abajo, margen izquierda	
COMENTARIOS :			
Vistas fotográficas del estado actual del puente Independencia el cual se encuentra en estado regular según las observaciones descritas en el presente SCAP.			
FECHA DE INSPECCIÓN: 12/01/2019			
INSPECTOR: BACH. KARL M. TALLEDO SILVA			
			FIRMA

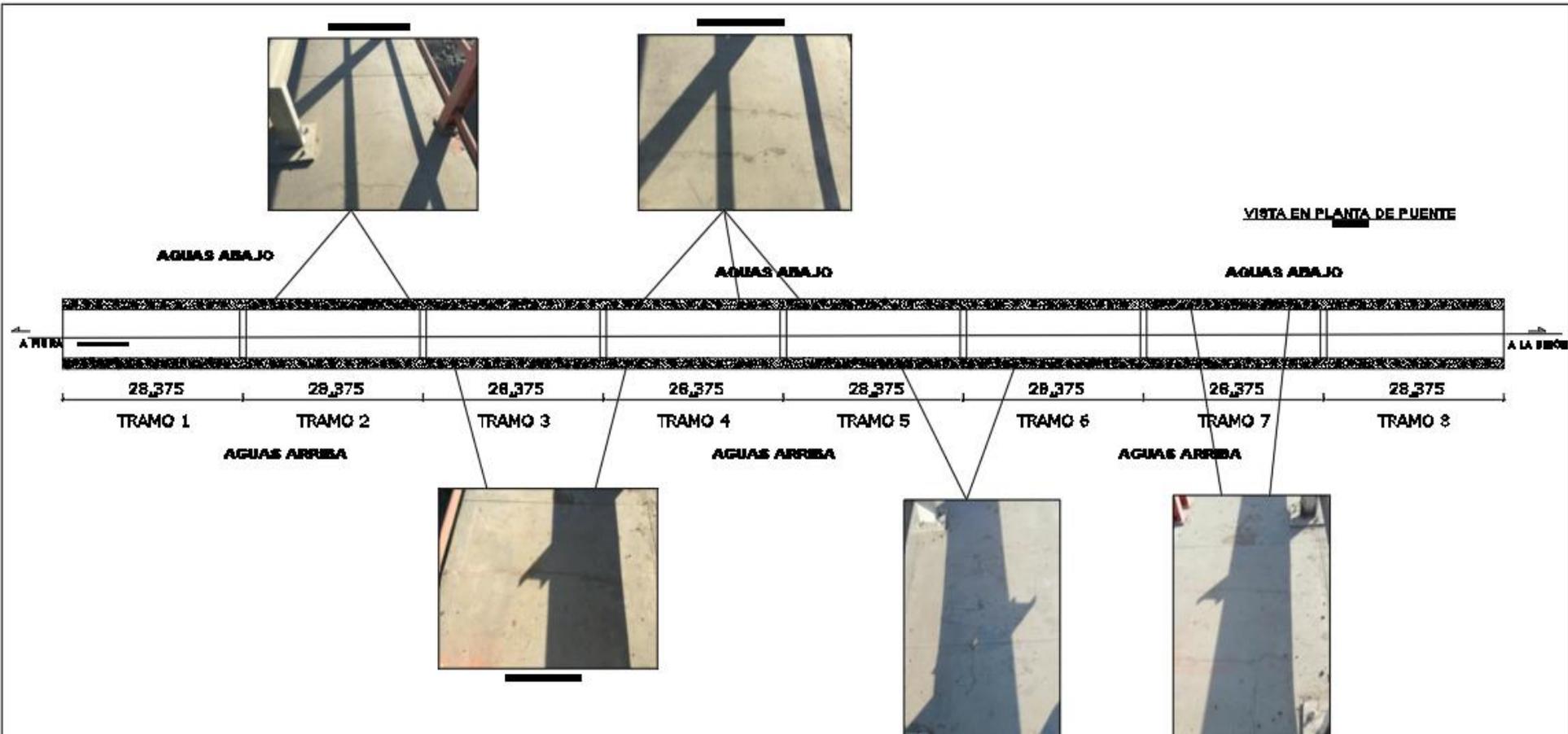


LEYENDA	
	CORROSIÓN GRADO 1
	CORROSIÓN GRADO 2
	CORROSIÓN GRADO 3
NOTA: EN AMBOS SENTIDOS DEL PUENTE LAS BARANDAS DE LOS TRAMOS 2 Y 7 PRESENTAN PATOLOGÍAS DE CORROSIÓN GRADO 3	

GRADOS DE DETERIORO	
GRADO 1	Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales.
GRADO 2	Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%
GRADO 3	La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%.



LEYENDA		GRADOS DE DETERIORO	
	PULIMENTO DE AGREGADOS	GRADO 1	1. Fieraciones menores. Desgaste superficial del material sellante.
	DESPRENDIMIENTO DE LA CAPA DE ASFALTO	GRADO 2	2. Rajaduras menores (de borde, en las juntas de asfalto, y por propagación de rajadura de la losa, de ensuciamiento de fragua). Desgaste superficial con exposición de los agregados.
	DESINTEGRACION DE LA CAPA DE ASFALTO	GRADO 3	3. Rajaduras mayores (por resqueamiento del asfalto, por deflexión excesiva del tablero o por desgranamiento de la capa de asfalto). Desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos sueltos, en forma de huecos en el asfalto o por pérdida de agregación de las partículas de piedra. Distorsión de la superficie como acanaladuras, depresiones y corrugaciones.
	FIGURAS		



VISTA EN PLANTA DE PUEBTE

LEYENDA	
	FIGURAS GRADO 1
	FIGURAS GRADO 2
	FIGURAS GRADO 3
	FIGURAS GRADO 4

GRADOS DE DETERIORO	
GRADO 1	Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial
GRADO 2	Puede haber fisuras menores de 15mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12mm de profundidad del concreto
GRADO 3	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.
GRADO 4	Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación. Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero



"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUEBTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018"

PATOLOGIAS EN LAS VEREDAS DEL PUEBTE, TRAMO 1-8

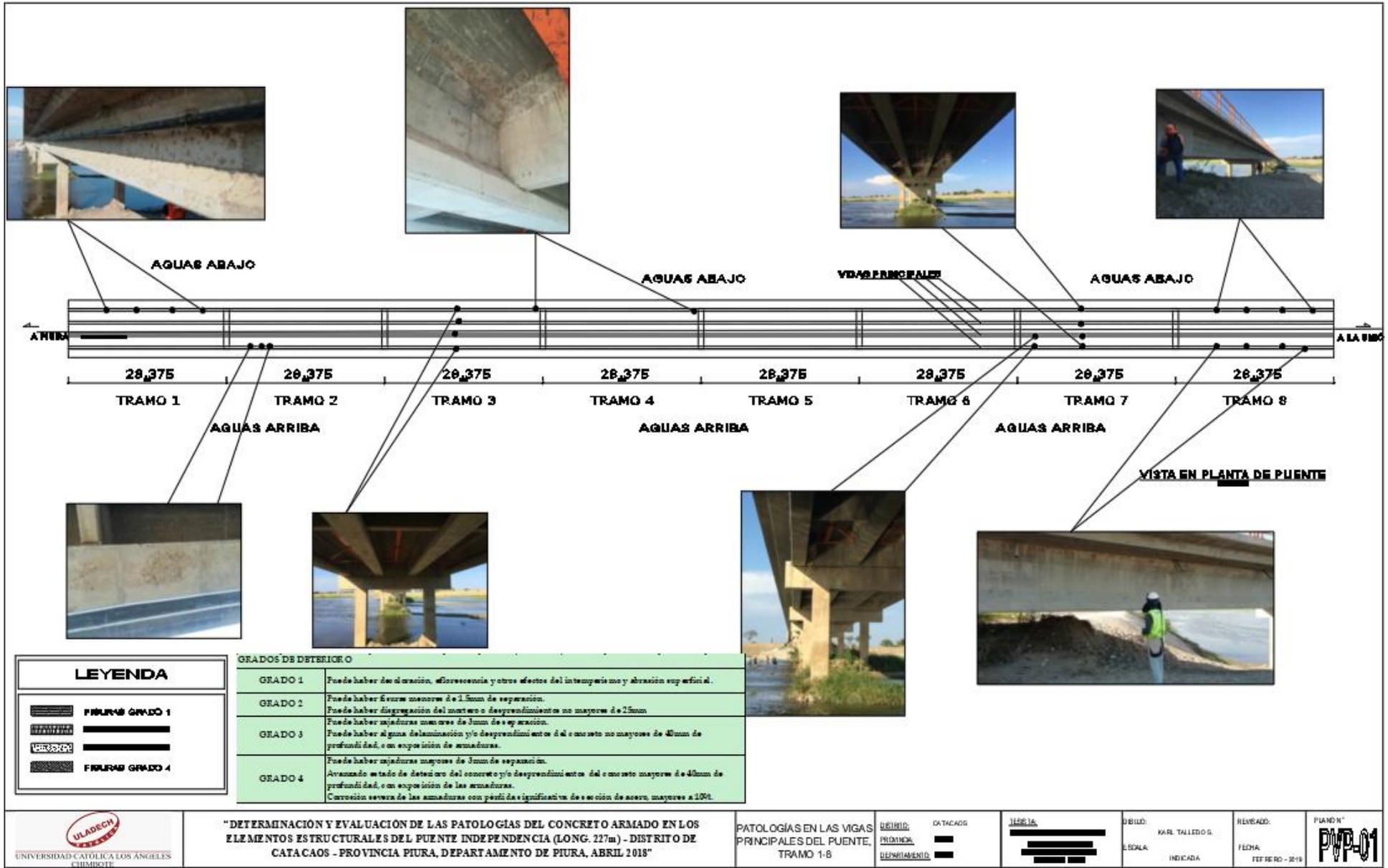
DEBIDO: CATACAOS
 PROVINCIA: PIURA
 DEPARTAMENTO: PIURA

INSTITUCION: BACH. KARL M. TALLEDO SELVA
 TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

QUEBLO: KARL TALLEDO S.
 ESCALA: INDICADA

REVISADO:
 FECHA:

PLANO N° PPW-01



LEYENDA

	FIGURAS GRADO 1
	FIGURAS GRADO 2
	FIGURAS GRADO 3
	FIGURAS GRADO 4

GRADOS DE DETERIORO	
GRADO 1	Puede haber desdiferenciación, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.
GRADO 2	Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 25mm.
GRADO 3	Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación. Puede haber alguna delaminación y/o desprendimiento de dal o concreto no mayores de 40mm de profundidad, o en exposición de armaduras.
GRADO 4	Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación. Avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimiento de dal o concreto mayores de 40mm de profundidad, o en exposición de las armaduras. Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero, mayores a 10%.



"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 227m) - DISTRITO DE CATA CAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018"

PATOLOGÍAS EN LAS VIGAS PRINCIPALES DEL PUENTE, TRAMO 1-6

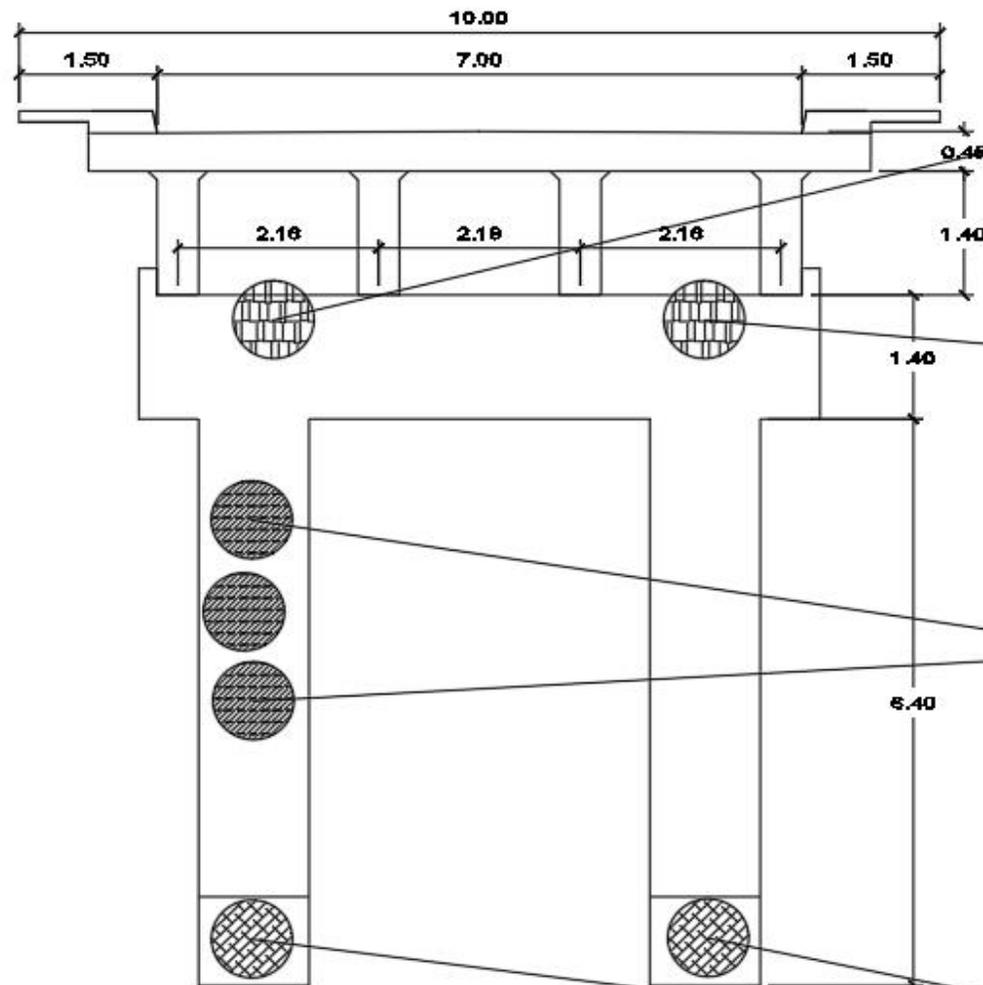
REGION: [REDACTED]
PROVINCIA: [REDACTED]
DEPARTAMENTO: [REDACTED]

CIUDAD: [REDACTED]
CALLE: [REDACTED]
DIRECCIÓN: [REDACTED]

DE DISEÑO: KARL TALLEDO S.
ESCALA: INDICADA

REVISADO: [REDACTED]
FECHA: FEBRERO - 2018





FRACTURA



FRACTURA



FIGURAS



EFLORESCENCIA

SECCION PUENTE INDEPENDENCIA
ESC 1/50



"DE TERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE INDEPENDENCIA (LONG. 27m) - DISTRITO DE CATACAOS - PROVINCIA PIURA, DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL 2018"

PATOLOGÍAS EN LOS PILARES DEL PUENTE, TRAMO 1-B

DISEÑO: [REDACTED]
REVISIÓN: [REDACTED]
APROBACIÓN: [REDACTED]

FECHA: [REDACTED]

OBJETO: [REDACTED]
ESCALA: [REDACTED]

REVISADO: [REDACTED]
FECHA: [REDACTED]

FUNDOP
PPP-01