



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA
DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE
JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN
MARTÍN”**

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

ASESOR:

Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M.Sc.

AUTORES:

GRANDES LOPEZ, VIRGILITA KEREM

MARTINEZ CHAVEZ, PAOLO

TARAPOTO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres García Armas Jaime Luis y Estaly López del Castillo que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un buen profesional. No podría sentirme más ameno con la confianza puesta sobre mi persona, especialmente cuando he contado con su mejor apoyo desde que tengo memoria.

Virgilita Kerem Grandes López

Dedico esta tesis a mi madre María Chávez Arirama, por su apoyo incondicional tanto en lo moral como en lo económico durante estos años, también por la bendición que me da a diario que me protege día a día y que me lleva por un buen camino, por eso te dedico este trabajo en ofrenda por tu amor, bendición y sobre todo por confiar en mi madre mía, te amo.

Paolo Martínez Chávez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser quien me brindo las fuerzas, sabiduría y paz necesaria para lograr un sueño más en mi vida.

A mis padres, por su apoyo en todo momento de mi vida, por ser un ejemplo de responsabilidad, dedicación amor y comprensión para toda mi familia.

A mis maestros, quienes durante la vida universitaria no solo fueron una fuente de conocimientos sino también de experiencias, y a nuestra Universidad que nos permitió culminar con éxito esta carrera.

Agradecimientos especiales a mi asesor de tesis el Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M. SC, por guiarme y orientarme en todo el proceso de tesis, por su apoyo metodológico, empatía, responsabilidad, ética profesional y sobre todo por su amabilidad y comprensión hacia mí.

Virgilita Kerem Grandes López

Agradezco a DIOS, por darme la vida y guiar mis pasos día a día.

Al Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M. SC, asesor de la tesis.

A mis maestros por brindarme sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente y también por haberme brindado todos sus conocimientos.

A la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Paolo Martínez Chávez

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

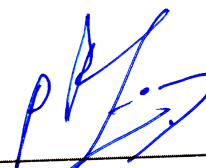
La Tesis titulada:

**"DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE
MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"**

De los alumnos: **GRANDES LOPEZ VIRGILITA KEREM Y MARTINEZ CHAVEZ
PAOLO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **20% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 23 de Enero del 2023.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN TESIS

Con Resolución Decanal N° **630-2024-UCP-FCEI** del 07 de agosto del 2024, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador de la sustentación de la Tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, Dr. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Alberto Alva Arévalo, Dr. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. ENRIQUE NAPOLEON MARTINEZ QUIROZ**

En la ciudad de Iquitos, siendo las **07:00 p.m.** del día **08 de agosto del 2024**, de manera presencial supervisado por el Secretario Académico de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis "**DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN**".

Presentado por los sustentantes:

- **VIRGILITA KEREM GRANDES LOPEZ**
- **PAOLO MARTINEZ CHAVEZ**

Como requisito para optar el título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**.

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Que la sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD CON LA NOTA DE DIECISÉIS (16)**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Caleb Ríos Vargas, Dr.
Presidente



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc.
Miembro



Ing. Alberto Alva Arévalo, Dr.
Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: VIRGILITA KEREM GRANDES LOPEZ Y PAOLO MARTINEZ CHAVEZ

**La Tesis sustentada en acto público el día 08 de agosto del 2024, a las 07:00 p.m.,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



**ING. CALEB RÍOS VARGAS, DR.
PRESIDENTE DE JURADO**



**ING. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. ALBERTO ALVA AREVALO, DR.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. ENRIQUE NAPOLEON MARTINEZ QUIROZ
ASESOR**

ÍNDICE

APROBACIÓN	2
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	14
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:	14
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES:	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	32
2.2. BASES TEÓRICAS	34
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	59
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	62
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	62
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	63
3.2.1 PROBLEMA GENERAL	63
3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	63
3.3 JUSTIFICACIÓN	63
3.4 OBJETIVOS	64
3.5 HIPÓTESIS	64
3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	64
3.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	64
3.6 VARIABLES	65
3.6.1 Variable Independiente	65
3.6.2 Variable Dependiente.....	65
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	66
4. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	66
4.1.1. Tipo de Investigación	66
4.1.2. Diseño de Investigación	66
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	66
4.2.1. Población:	66
4.2.2. Muestra:	66

4.2.3. Ubicación:	66
4.3. MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	69
4.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	69
4.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	69
4.3.4. Procesamiento, Análisis e Interpretación de los Datos.	70
CAPÍTULO V: RESULTADOS	71
5.1. RESULTADOS:	71
5.1.1. Inspección ocular: Toma de Datos de la Inspección	71
5.1.2. Descripción de los elementos	72
5.1.3. CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE	83
5.1.4. RESUMEN DE PATOLOGÍAS POR ELEMENTO Y GRADO DE SEVERIDAD	86
5.1.5. FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS	88
5.1.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	90
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA 97	
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
7.1 CONCLUSIONES:.....	99
7.2 RECOMENDACIONES:	100
CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.....	102
CAPÍTULO IX: ANEXOS	104
9.1 PANEL FOTOGRÁFICO	104

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Causas de deterioro de las obras.....	38
Ilustración 2: Partes de un puente	40
Ilustración 3: Patología en puentes	41
Ilustración 4: Evaluación Estructural.....	42
Ilustración 5: Fractura en losa de pavimento	47
Ilustración 6: Aplastamiento en pilares	47
Ilustración 7: Desconchamientos losa de acercamiento	48
Ilustración 8: Corte de punzonadas en cimentación	48
Ilustración 9: Eflorescencia en pilares y plataforma del puente	49
Ilustración 10: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma	49
Ilustración 11: Segregación en losa armada.....	50
Ilustración 12: Cambio de color del concreto en pilares y plataforma	50
Ilustración 13: Deformación de la Plataforma del Puente sobre el Rio Quilca	51
Ilustración 14: Deflexión en plataforma de puente.....	51
Ilustración 15: Proceso Patológico	52
Ilustración 16: Ubicación puente Colombia, San Martin.....	67
Ilustración 17: Vista del Puente Colombia San Martin	67
Ilustración 18: Vista del ingreso al Puente Colombia San Martín.....	68
Ilustración 19: Diagrama de Barras Patología Grado 1	88
Ilustración 20: Diagrama de Barras Patología Grado 1	88
Ilustración 21: Diagrama de Barras Patología Grado 3	89
Ilustración 22: Diagrama de Barras Patología Grado 4	89
Ilustración 23: Distribución de afectación en % del elemento Capa Asfáltica	91
Ilustración 24: Distribución de afectación en % del elemento Losa de Concreto	91
Ilustración 25: Distribución de afectación en % de los elementos Pilares	92
Ilustración 26: Distribución de afectación en % de los elementos Parapetos.....	92
Ilustración 27: Distribución de afectación en % de los elementos Planchas Deslizantes....	93
Ilustración 28: Distribución de afectación en % de los elementos Guardavías	93
Ilustración 29: Distribución de afectación en % de los elementos Márgenes	94
Ilustración 30: Distribución de afectación en % de los elementos Muro.....	94
Ilustración 31: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Transve	95
Ilustración 32: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Origen del daño	37
Tabla 2: Tabla general de lesiones patológicas a evaluar	55
Tabla 3: Condición del Puente Colombia	71
Tabla 4: Toma de datos – Inspección de campo	71
Tabla 5: Descripción de los elementos – Inspección de Campo	72
Tabla 6: Capa Asfáltica – condición de campo.....	73
Tabla 7: Sistema Articulado de acero condiciones de campo	74
Tabla 8: Losa de Concreto Armado (Longitudinal) condición de campo	75
Tabla 9: Elevación de Pilares de Concreto Armado – condición de campo	76
Tabla 10: Planchas Deslizantes - condición de campo	77
Tabla 11: Guardavías - condición de campo	78
Tabla 12: Márgenes de Río - condición de campo	79
Tabla 13: Muro con Contrafuerte Condición de campo	80
Tabla 14: Vigas Transversales de Acero - condición de campo	81
Tabla 15: Veredas de Concreto - condición de campo	82
Tabla 16: Condición General del Elemento Evaluado y Condición Estadística del Puente	83
Tabla 17: Patologías encontradas en los elementos según grado de severidad....	86
Tabla 18: Resumen de Elementos del Puente	90
Tabla 19: Presupuesto para propuesta de Mantenimiento del Puente Colombia...	98
Tabla 20: Lista de patologías presentes en el Puente Colombia.....	99

RESUMEN

La presente investigación titulada DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN, es una investigación de tipo descriptiva que tiene como objetivo determinar las patologías del concreto de toda la estructura.

Los Puentes son parte del patrimonio del Estado Peruano y por ende de todos los peruanos. Sin embargo, se ha visto falta de cultura de conservación hacia estas estructuras, acciones que deberían llevarse a cabo muy a menudo con el fin de preservar o reparar la estructura para lograr así un buen funcionamiento del mismo.

Todo material tiene una durabilidad y vida útil determinada, incluso el concreto armado que con el paso del tiempo tiende a desarrollar patologías y es conveniente prevenir las patologías y deterioro que sufren las estructuras de puentes de cierta edad lo antes posible para lograr su conservación.

Debido a que los puentes pueden presentar una serie de problemas que afectan su durabilidad, funcionamiento y seguridad de operación debido a factores climáticos, sísmicos, geológicos y ausencia de mantenimiento y seguimiento de los mismos ya puestos en operación se desarrolla el siguiente documento para la sección de estudio anteriormente mencionada.

La presente investigación está comprendida por una parte inicial donde se hace una delimitación del problema, se aclara el objetivo y finalidad del trabajo y finalmente se realiza la investigación, metodología, procesos y desarrollo de la inspección visual para puentes.

A partir de los resultados del estudio se hacen las recomendaciones pertinentes para la propuesta de mantenimiento preventivo de esta infraestructura estratégica que debe mantenerse en buenas condiciones para garantizar el correcto funcionamiento del puente en estudio. En el punto de vista se debería llevar un control del estado del puente Colombia que garantice ante todo la seguridad de los usuarios. Cada parte

que tiene el puente requiere de un mantenimiento especial; esto para que la mismas trabajen a su máxima capacidad hidráulica, funcional y operativa.

Analizando los grados de deterioro de los elementos inspeccionados se concluyó, que la **condición estadística del puente Colombia es 2.88**, encontrándose en **Regular Condición**, por lo que se requiere una intervención de mantenimiento con suma urgencia

Palabras claves: Patologías, propuesta de mantenimiento de puentes.

ABSTRACT

The present investigation entitled DETERMINATION OF PATHOLOGIES FOR A MAINTENANCE PROPOSAL OF THE COLOMBIA BRIDGE, DISTRICT OF JUAN GUERRA, PROVINCE AND DEPARTMENT OF SAN MARTÍN, is a descriptive investigation that aims to determine the pathologies of the concrete of the entire structure.

The Bridges are part of the heritage of the Peruvian State and therefore of all Peruvians. However, there has been a lack of culture of conservation towards these structures, actions that should be carried out very often in order to preserve or repair the structure in order to thus achieve its proper functioning.

All material has a certain durability and useful life, including reinforced concrete that tends to develop pathologies over time and it is convenient to prevent the pathologies and deterioration suffered by bridge structures of a certain age as soon as possible to achieve their conservation.

Because the bridges can present a series of problems that affect their durability, operation and safety of operation due to climatic, seismic, geological factors and the lack of maintenance and monitoring of the same already in operation, the following document is developed for the section aforementioned study.

The present investigation is comprised of an initial part where a delimitation of the problem is made, the objective and purpose of the work is clarified and finally the investigation, methodology, processes and development of the visual inspection for bridges are carried out.

Based on the results of the study, the pertinent recommendations are made for the preventive maintenance proposal of this strategic infrastructure that must be kept in good condition to guarantee the correct operation of the bridge under study. At the point of view, a control of the state of the Colombia bridge should be carried out to guarantee, above all, the safety of users. Each part of the bridge requires special maintenance; this so that they work at their maximum hydraulic, functional and operational capacity.

Analyzing the degrees of deterioration of the inspected elements, it was concluded that the statistical condition of the Colombia bridge is 2.88, being in Regular Condition, for which a maintenance intervention is required with the utmost urgency.

Keywords: Pathologies, bridge maintenance proposal.

CAPÍTULO 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 tiene 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 optima economía.

El objetivo general es determinar las patologías existentes del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Colombia. 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.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

❖ MARÍA CAMILA CABRERA CÁRDENAS Y NICOLÁS ANDRÉS BELTRÁN VELOZA. En su trabajo de investigación titulado: **“TÉCNICAS DE EVALUACIÓN GENERAL PARA PUENTES DE ESTRUCTURA METÁLICA UTILIZANDO LA INSPECCIÓN VISUAL”**, de la Universidad Estatal del Sur de Manabí – Ecuador – 2022, quienes llegaron entre otras a las siguientes conclusiones:

- A las conclusiones que se han llegado se dan en base a la consideración de los objetivos propuestos en esta investigación concluyendo los siguientes criterios.
- El tipo de técnicas de evaluación general para puentes de estructura metálica se basa en el procedimiento aplicado para poder obtener datos concretos de dicho estudio es decir que las mismas ayudan a que como profesionales se pueda discernir con mayor facilidad los resultados de un determinado estudio, puesto que aquí se considera la observación sea directa o indirecta.
- Para un correcto manejo de las técnicas de evaluación en el estudio de puentes de estructura metálica se necesitó contar con diferentes opciones, de acuerdo a la situación tiempo y otros se puede contar con un diario de campo o realizar el estudio mediante una escala de estimación, se considera que puede haber otras formas de realizar dicho estudio, pero todo se basa tomando en cuenta diferentes factores como tiempo, calidad, suelo.
- En el levantamiento de la información de campo y presentación de informes finales se requiere contar con un estudio a fondo es decir considerar detalles de cada elemento a estudiar pues para esto se necesita de una observación exhaustiva y tener claro que es lo que se quiere obtener como resultado.

- Mediante la utilización de datos concretos se aplica una técnica que ayude a la obtención de resultados de manera rápida y de forma general es decir que partiendo de esa observación se puede obtener resultados a nivel macro del mismo.

❖ MARIA FERNANDA SERPA IRIARTE y LINA MARIA SAMPER PERTUZ. En su trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO, PATOLOGÍA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA - 2014”**, CARTAGENA D.T y C, quienes llegaron entre otras a las siguientes conclusiones:

- El puente ubicado sobre el caño “El Zapatero” frente a la escuela naval Almirante Padilla a sus 18 años de edad se encuentra en buen estado debido a la alta calidad en diseño, materiales y el cumplimiento estricto de las normas especificadas para su construcción. Los autores consideran que los problemas y patologías que presenta son por falta de mantenimiento y en algunos casos como el de la iluminación por descuido o víctima del mal uso y robo por parte de habitantes de la zona.

❖ JAVIER MARTINEZ CAÑAMARES. En su trabajo de investigación titulado: **“SISTEMAS DE GESTIÓN DE PUENTES OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO - 2016”**, MADRID, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- Se ha realizado un minucioso estudio del estado del arte con la identificación, análisis y definición pormenorizada de las diferentes herramientas de gestión de puentes existentes, extrayendo una idea clara del estado actual, los avances conseguidos por la ciencia y la acotación de las tareas pendientes dentro de la materia de los sistemas de gestión de puentes.
- Establecimiento de un planteamiento de planificación y formato de inspección de puentes específico y adaptable a las particularidades de la red gestionada, que, de manera homogénea y sistematizada, establecen el

inventariado y determinación del estado de cada una de las estructuras de manera relativa al conjunto de la red, mediante la realización de inspecciones.

- Desarrollo de un modelo de predicción de evolución del deterioro, conocido el estado de condición de cada puente, justificando el óptimo ajuste mediante un método envolvente combinado de modelos empírico deterministas y modelos markovianos, como una buena herramienta para la determinación de la evolución del deterioro, con una componente aleatoria y otra más adaptable a tendencias y estudios de sensibilidad a partir de la observación de nuestros puentes, que son modelos a escala 1:1 sobre los que podemos obtener una gran cantidad de información totalmente indiscutible. Se ajusta el modelo propuesto partiendo de los datos obtenidos de las propias inspecciones y de las acciones de conservación y mantenimiento llevadas a cabo entre dos fases de seguimiento.

❖ MARLON LEONARDO RODRÍGUEZ ARTEAGA. En su trabajo de investigación titulado: **“ESTUDIO DE PATOLOGÍA E INSPECCIÓN VISUAL DEL PUENTE UBICADO EN LA ABSCISA K12 + 990 QUE CONDUCE DESDE LA CABECERA MUNICIPAL DEL LÍBANO TOLIMA A LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA TERESA Y SAN FERNANDO”**, de la Universidad Católica de Colombia – BOGOTÁ - 2020, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- Después de realizar la clasificación y análisis a los hallazgos encontrados en la inspección visual del puente en estudio, la patología más relevante que presenta la estructura es la corrosión en algunos de sus elementos, efecto habitual en este tipo de estructuras metálicas. Dicho efecto es ocasionado por las condiciones ambientales del sector y el cauce del río.
- Se realizó un levantamiento topográfico detallado de la zona de influencia de la estructura, esto nos da una perspectiva de la importancia del

adecuado funcionamiento del puente, ya que es la única estructura de este tipo que permite el paso vehicular sobre el cauce del río recio.

- Por medio de la inspección visual y levantamiento realizados a la estructura se concluye que se caracterizaron detalladamente cada una de las patologías encontradas en el puente. De esta manera por medio del debido proceso de inspección y de un análisis de resultados se lograron reconocer, clasificar y relacionar las patologías y así evaluar y dar un diagnóstico para establecer un orden de intervención según su importancia y prioridad, Las patologías encontradas en el análisis de la estructura se encuentran indicadas en la tabla 6 del presente documento.
- Desde el punto de vista de la corrosión, la gran mayoría de los elementos de la armadura pueden ser rehabilitados y reemplazados. Se observa una corrosión superficial que fue mitigada con pintura, pero sin realizar antes una limpieza que permitiera eliminar los excesos de corrosión, con zonas críticas en los extremos de las bajantes, esta condición se puede mejorar con el reemplazo o reforzamiento de estos elementos de la estructura.

❖ **INSPECCION Y EVALUACIÓN DE PATOLOGIAS EN PUENTES DE HORMIGON ARMADO, 2012 – URUGUAY.** (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:

- Puente Sobre Arroyo Calá.
- Puente Alto Nivel sobre vías de ferrocarril.
- Puente sobre Arrollo la Esperanza.
- Puente Sobre Arroyo Gená.

- Puente sobre Río Gualeguaychú.

Llegando a las siguientes 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

❖ **DIEGO JOSUÉ LÓPEZ SALAMEA.** En su trabajo de investigación titulado: **“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE OCHOA LEÓN”**, de la Universidad de Cuenca – Ecuador – 2018, quien llego entre otras a las siguientes conclusiones:

- La ficha de inspección visual propuesta fue aplicada al puente Ochoa León dando un resultado en base a los criterios considerados. El resultado obtenido se puede decir que concuerda con el estado actual del puente, por lo tanto, se concluye que dicha ficha es una herramienta eficiente para determinar inicialmente el estado actual de un puente y con la cual se puede tener una perspectiva clara acerca de las patologías que cada uno de sus

elementos pudiera tener y basado en esta se puede decidir qué elementos requieren un análisis a mayor profundidad.

- Después de la aplicación de la ficha de inspección visual al puente Ochoa León, se identificó el estado actual del puente, el cual se encuentra en una situación crítica por problemas estructurales de importancia. En la ficha se representa como “Reparación”. En especial las vigas del tablero presentan una patología grave pues los aceros de refuerzo se encuentran expuestos y muestran evidencia de oxidación y corrosión en toda su longitud. Los estribos son los elementos que poseen una patología severa, pues se encuentran fracturados, esto lo evidencia una gran grieta longitudinal que con seguridad atraviesa el elemento. Con estas patologías identificadas se llega a la conclusión que se requiere realizar un análisis a mayor profundidad y que en lo que se refiere al resto de elementos, estos presentan patologías leves que no se consideran de mayor importancia desde el punto de vista estructural.

❖ **EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE ROMERO AGUIRRE. COLOMBIA,** 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.

❖ **ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS DAÑOS EN LOS PUENTES DE COLOMBIA**, 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.

❖ **“IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PUENTES DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES” Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP. BRAZIL**

(Nilson Tadeu M. Artur Lenz S.) (2011) 2, La importancia de los puentes en el desarrollo y en las relaciones humanas ha sido el objetivo principal del impulso para el conocimiento en la construcción y mantención de dichas estructuras.

En general el propósito inicial de un puente es superar un obstáculo para luego continuar el camino. Sin embargo, tomando en cuenta la literatura técnica sobre clasificaciones de puentes, es necesario considerar aspectos de diseño, tales como obstáculos superados, vistas laterales, cantidad de vanos libres, área de soporte que constituye el material, naturaleza del tránsito, etc.

En general, se reconoce que técnicamente existe un énfasis en los grandes puentes con sistemas estructurales complejos, sin considerar adecuadamente los puentes pequeños y de tamaño mediano. Sin embargo, miles de pequeños puentes conectan a un sinnúmero de personas, ofreciéndoles acceso a oportunidades de recursos necesarios y a un flujo de producción.

Desgraciadamente, es posible notar que la mayoría de los puentes rurales y urbanos presentan condiciones patológicas críticas, poniendo en riesgo la seguridad de la sociedad y produciendo pérdidas económicas.

Este artículo intenta colaborar con las tareas de identificación de patologías en puentes pequeños y de tamaño mediano. Para tal efecto, es necesario revisar los factores relativos a los diseños de puentes y patologías en estructuras de madera, acero y concreto. El trabajo de identificación de la patología de un puente es presentado, en conjunto, con un caso de estudio realizado en cuatro puentes de Campinas (SP) en el sudeste de Brasil.

Conclusiones:

Esta investigación entrega importante información que es extremadamente relevante para el área de la ingeniería civil, en especial para la mantención de

infraestructura de caminos en un país en vías de desarrollo, que debiera mejorar sus medios de transporte con el fin de incrementar sus exportaciones y mejorar su economía.

Este factor podría contribuir a elevar el bienestar de su población. Este artículo destaca las inadecuadas condiciones de muchos puentes para el tráfico vehicular. Esto es confirmado por el número comprobado de patologías serias encontradas, que proveen evidencia sobre las deficiencias en planificación, diseño y mantención.

La revisión de literatura en que se basa este artículo, expresa la importancia del diseño centrado en principios sólidos, involucrando a un equipo multidisciplinario para evaluar todos los puntos dando así al diseño de puentes un carácter funcional, económico, estético y medioambiental. También se observa la necesidad de conocimiento técnico en relación al estudio de patologías antes de realizar una inspección.

En el aspecto de la durabilidad, se observa que las patologías localizadas afectan significativamente la estructura, y a través de ellas pueden surgir otras patologías que reducirían la vida útil de la estructura. Se sugiere que, para cada uno de los puentes estudiados, que presentan casos más severos, las entidades públicas presenten soluciones viables, tales como el reemplazo de estructuras dañadas por nuevos puentes, actuando de manera rápida y con eficiencia en la implementación de tales estructuras.

Finalmente se concluye que la prevención es la mejor manera de prevenir condiciones patológicas. La mantención preventiva es apoyada no sólo por un correcto diseño o apropiada implementación de acuerdo a parámetros de calidad, sino también por un programa de mantención estructural.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES:

❖ **ANTOLIN APAZA QUISPE.** En su trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA PUENTES RETICULADOS SEGÚN AASHTO LRFD 2017”, Universidad Privada de Tacna – Tacna – 2021, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- La evaluación de capacidad de carga por el método LRFR de AASHTO MBE mediante la determinación del factor de capacidad, representa una solución rápida y sencilla para la evaluación estructural de puentes reticulados.
- En el caso de estudio de evaluación del puente reticulado llave, los resultados de la evaluación mediante factores de capacidad de carga vehicular son satisfactorios en el rango de 1.1 a 1.2, por lo que no existe restricción alguna para la circulación de vehículos para la carga de diseño.
- Para la evaluación de puentes en los que no se indica la capacidad de carga vehicular, es necesario considerar una carga de 48 toneladas de carga total según el Reglamento Nacional de Vehículos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2003)
- La determinación del comportamiento dinámico mediante el uso del acelerómetro incorporado en teléfono inteligente, en el caso del puente reticulado llave nos permitió obtener la frecuencia de vibración ambiental de 2.136 Hz, mientras que con el software CSI Bridge fue de 2.147 Hz, resultando una diferencia de apenas de 0.5%, lo cual nos lleva a concluir que este procedimiento es válido como una metodología para la evaluación de puentes reticulados.
- Los valores encontrados de frecuencia de vibración ambiental y por elementos finitos nos indican que el puente no presenta deterioros o daños estructurales.

❖ **CARLOS CUYO, LUIS RUDY**, en su trabajo de investigación titulado: “Diseño Estructural de un Puente Reticulado Mediante el Método AASHTO-LRFD en Yanque – Caylloma - Arequipa, 2021” Universidad Cesar Vallejo – 2021, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- El puente “Chacapi” de tipo reticulado, que une los Distritos de Ichupampa, Madrigal y Yanque de la Provincia de Caylloma y Departamento de Arequipa, es una vía de gran importancia para las localidades mencionadas, debido al gran flujo turístico que se presenta, cuenta con una longitud total de 48.00m, con una vía y ancho total de 5.20m.
- La razón fundamental del presente trabajo de investigación es estudiar el comportamiento de una estructura que fuese capaz de soportar las cargas tales como vehículos, peatonales, sismo, peso propio, entre otras, proponiendo un puente metálico de armadura de 01 tramo con una losa de concreto armada de 0.20m de espesor ,apoyada sobre vigas de acero distribuidas transversalmente cada 4.8m desde el estribo izquierdo hasta el derecho, distribuyendo las cargas a los nodos de las caras de la armadura y esta a su vez a la subestructura, basándose en los estudios de campo obtenidos y cumpliendo con las normas expedidas por AASHTO LRFD y el Manual de Diseños de Puente del 2018 emitido por el MTC, cumpliendo con el objetivo general expuesto anteriormente.
- La carga viva del proyecto considerada en el diseño de la superestructura es la correspondiente al vehículo HL-93.
- El diseño de toda la estructura metálica del puente que incluye trabes de acero, armaduras laterales y arriostres superior e inferior sea basado en la especificación AASTO LRFD.

❖ LUZ FIORELA FARFÁN CASTILLO. En su trabajo de investigación titulado: **“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**. PIURA – PERÚ 2018, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- Se evaluó y determinó las patologías que se presentan en todos los elementos del Puente Sullana, clasificando a cada elemento en grados de deterioro en niveles del 01 – 04.
- Las patologías que se encontraron en los elementos del puente son: Eflorescencia, Abrasión Superficial, Rajaduras, Desprendimientos de Concreto, Corrosión, Intemperismo, desintegración de la Capa de asfalto, Delaminación, Desprendimiento de Juntas de acero.
- El nivel de severidad patológico predominante en el puente es el Desprendimiento de concreto con Corrosión severa de las armaduras.
- El elemento que presenta mayor deterioro es la losa de concreto armado su condición estadística es de 2.63 y por ser su factor de importancia 1 de mayor rango es determinante para la condición estadística del puente. Cabe indicar que uno de sus rangos se encuentra en Grado 04 y de acuerdo al reglamento del SCAP donde indica que vasta que un % del elemento evaluado este en Grado 04, califica al elemento en mal estado.

❖ YERSON BAZAN LUDEÑA. En su trabajo de investigación titulado: **“FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME, CELENDÍN; SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES”**. CAJAMARCA 2014, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

Se consiguió evaluar las fallas estructurales del puente Chacarume Celendín, según las directivas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Al evaluar la superestructura del puente, encontramos fallas funcionales en la losa del tablero, así como deterioro de la misma.

- En la losa del puente observamos leves fisuras en algunas zonas, este tipo de fallas son del tipo funcional no estructural, por lo que la solución consiste básicamente en un resarcimiento superficial del concreto, previa limpieza general del puente.
- En la parte inferior de la losa se observa corrosión del acero, eflorescencia y descascaramiento del concreto ubicada en la parte central y lateral de la losa, por lo que la solución consiste en una reparación del concreto y del acero de las zonas afectadas.
- El tablero no presenta deformaciones, pero el desnivel entre la rasante de la vía y la losa del puente, hace que este falle funcionalmente, debido a que la transición entre la vía y el puente no es suave

❖ **MILLÁN MARTIN MONTENEGRO SEMINARIO.** En su trabajo de investigación titulado: **“INSPECCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PUENTE VEHICULAR SÁNCHEZ CERRO, UBICADO ENTRE LOS DISTRITOS PIURA Y CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, PERÚ 2019”** de la Universidad Nacional de Piura - 2020, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- Se evaluó y determinó las patologías presentes en los elementos de la superestructura del Puente Vehicular Sánchez Cerro. Las patologías que se encontraron en los elementos de la superestructura son: eflorescencia, humedad, corrosión superficial, corrosión por picaduras, desgaste superficial en asfalto, fisuración en concreto, desgaste por abrasión en concreto, desconchamiento del concreto, exposición del acero de refuerzo, desprendimiento del sello elastoméricos, suciedad, desgaste de capa de pintura. Siendo la de mayor frecuencia la pintura en mal estado.

- Se efectuó un análisis estadístico para determinar la condición de cada elemento de la superestructura. Por lo cual después del análisis realizado se concluye que el elemento que presenta mayor deterioro son las juntas de dilatación cuya condición estadística es 3,00 (MALO). Estas requieren de una atención urgente ya que evitan la infiltración de agua a la zona de los apoyos y extremos de vigas.
- Para que se comience a aplicar el plan de mantenimiento propuesto en este trabajo de investigación, es necesario aplicar en primera instancia las siguientes actividades de mantenimiento correctivo: A). - Reparación superficial del concreto en ciertos paños de vereda (ver plano P-01 en Anexos), en los cuales existe exposición del agregado y/o acero de refuerzo, mediante el uso de mortero especial de alta resistencia mecánica. B). - Realizar el cambio total de los componentes (perfiles de acero, sello elastoméricos, bordes de concreto) en las juntas donde el concreto de los bordes se encuentra deteriorado C). - Para aquellos tramos donde hay desprendimiento del sello elastoméricos desgastado realizar el cambio de éste (ver plano P-06 en Anexos).
- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para la superestructura del puente vehicular Sánchez Cerro, teniendo en cuenta aspectos importantes como el diagnóstico del estado actual de la superestructura, la configuración geométrica, definición del ambiente y las vidas útiles, definición de puntos críticos, criterios de inspección, medios de acceso, umbrales de aceptación y otros. Es así que se pudo afirmar mediante el detallado de estos factores que para cada puente es necesario un plan de mantenimiento distinto. A pesar de esto, el plan elaborado en este trabajo de investigación, se hizo de forma tal, que con el cambio de los aspectos mencionados y manteniendo factores como criterios de inspección y evaluación, entre otros; se pueda elaborar con facilidad un plan de conservación nuevo para aplicarse en otros puentes, partiendo del diseñado en este trabajo. Así mismo, para este trabajo se efectuó una estimación de gastos de conservación que permite tener una data de Análisis de Precios Unitarios que aporte al problema de fijar un presupuesto

apropiado para el establecimiento y funcionamiento de un plan de mantenimiento.

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

(Andia R., Efren) (2016), El informe de tesis lleva por título “Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo vigalosa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.”. Tiene como problema de investigación: ¿En qué medida la Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente?

Su Objetivo General fue determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales de dicho puente. La población o universo estuvo conformada por la infraestructura del puente “Chanchará”, la muestra fue constituida por todos los elementos estructurales del puente, se identificó y cuantificó las patologías por su tipo y severidad, de ese modo se estableció un diagnóstico su estado; se empleó la técnica de la observación y como instrumento de recolección de datos una ficha de inspección, que luego fue procesada.

La metodología de investigación empleada fue descriptiva, cualitativa, no experimental y de corte transversal. Concluyéndose que el 60.46 % de los componentes en los elementos en estudio presentan patologías, siendo las de mayor área eflorescencias, fisuras y erosión por abrasión, y la patología de mayor peligrosidad la socavación. Por lo tanto, el nivel de severidad del puente es 4 por ende el estado actual del puente Chanchará es Muy Malo.

❖ **EROSIÓN EN PILARES Y ESTRIBOS DE PUENTES – PUENTE REQUE –**

LAMBAYEQUE, 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.

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.

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

Moreno R., Artidoro (2013)

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

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

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

❖ **INFORME DE RELEVAMIENTO DE FISURAS PUENTE CHAQUIMAYO,** IIRSA 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) y llega a las 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.

❖ **ORTEGA MACHACA, SMITH LINNEO.** En su trabajo de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE HUATATAS PARA EL MEJORAMIENTO DE SU VIDA ÚTIL, EN EL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA PROVINCIA DE HUAMANGA-AYACUCHO, 2017**”, de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Ayacucho - 2020, quien llegó entre otras a las siguientes conclusiones:

- De los resultados obtenidos se observa que la socavación de la cimentación es la patología más incidente en el presente trabajo de investigación, por ello se determinan la socavación por el método de Liu, Chang y Skinner.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

❖ ARROBAS ARTEAGA, María Elizabeth y GUTIÉRREZ HURTADO, Frank Anderson. En su trabajo de investigación titulado: “**DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA, PROVINCIA DE PICOTA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2019**” de la Universidad Científica del Perú - 2020, quienes llegaron entre otras a las siguientes conclusiones:

a. Las patologías encontradas fueron:

- **Capa Asfáltica** (Desgaste Superficial 96%, Fisuras <1.5 mm 1%, Desgaste Superficial con exposición de agregados 3%).
- **Cables Principales** (Desgaste 95%, Oxidación Intermedia 3%, Pérdida de sección 2%).
- **Losa de Concreto Armado Refuerzo Longitudinal** (Decoloración 89%, Eflorescencia 9%, Fisuras <1.5 mm 2%)
- **Elevación de Pilares Concreto Armado** (Eflorescencia 80%, Desgaste por efecto de intemperismo 8%, Fisuras <1.5 mm 2%, Socavación 10%)
- **Losa de Concreto Armado Refuerzo Transversal** (Decoloración 68%, Eflorescencia 30%, Fisuras <1.5 mm 2%)
- **Principal de Concreto Armado** (Eflorescencia 80%, Eflorescencia 80%, Fisuras <1.5 mm 2%)
- **Parapeto de Concreto Armado** (Eflorescencia 85%, Desgaste por efecto de intemper. 11%, Fisuras <1.5 mm 3%, Delaminación con Exposición de Acero 1%)
- **Planchas Deslizantes** (Oxidación Superficial 96%, Corrosión con Picaduras 4%)

- **Torres de Acero** (Oxidación Superficial 30%, Perdida de Pintura 60%, Corrosión Superficial 10%)
- **Péndolas de Acero con Socket** (Oxidación Superficial 40%, Perdida de Pintura 54%, Corrosión Superficial 6%)
- **Guardavías** (Derruido 100%)
- **Márgenes de Río** (Socavación General del Cauce 50%, Erosión de las Márgenes del Río 30%, Colapso de las Estructuras de Protección 20%)
- **Muro con Contrafuerte** (Eflorescencia 21%, Desgaste por efecto de intemper. 75%, Fisuras <1.5 mm 4%)
- **Arriostre de Acero** (Oxidación Superficial 35%, Perdida de Pintura 60%, Perdida de Pintura 60%)
- **Vigas de Rigidez** (Oxidación Superficial 36%, Perdida de Pintura 62%, Corrosión Superficial 2%)
- **Vigas Transversales** (Oxidación Superficial 32%, Pérdida de Pintura 65%, Corrosión Superficial 3%)
- **Veredas de Concreto** (Veredas de Concreto, Desgaste por efecto de intemperismo 49%, Fisuras <1.5 mm 6%)

- b. La patología más predominante en grado de severidad fue el elemento Elevación de Pilares de Concreto Armado con mayor contribución estadística de 2.57, donde el 80% presenta eflorescencia, el 8% desgaste por efecto de intemperismo, el 2% fisuras < 1.5 mm y el 10% socavación.
- c. Analizando los grados de deterioro de los elementos inspeccionados se concluyó, que la condición estadística del puente Picota es 3.16, encontrándose en Mala Condición, por lo que se requiere una intervención de mantenimiento urgente.

2.2. BASES TEÓRICAS

La palabra patología procede de la palabra griega “pathos” que quiere decir enfermedad o afectación, la adaptación al mundo de la construcción la ha definido como el estudio de un conjunto de procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y elementos constructivos.

La patología estructural es la disciplina que detecta, trata y previene los daños que se pueden presentar en una estructura, para el caso de los puentes los fundamentos son los mismos que para las edificaciones, pero cuando se hace el diagnóstico para detectar las causas de los daños se buscan otro tipo de problemas

2.2.1. DEFINICIÓN DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso (enfermedad), investigando sus causas y planteando medidas correctivas para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros. (Rivva, 2006).

Debido a que las estructuras de concreto simple o reforzado están expuestas, no solamente a la acción mecánica de las cargas de servicio; sino también, a otros factores que tienden a deteriorarlas y destruirlas como: acciones físicas (cambios bruscos de temperatura y humedad); algunas veces a agresiones de carácter químico o biológico; y eventualmente a otras acciones mecánicas, se hace indispensable profundizar en el diseño, especificaciones de la mezcla de concreto, métodos de protección, curado y en los procedimientos de inspección y mantenimiento de las estructuras. (Sánchez De Guzmán, 2006).

Se consideran Patologías Constructivas las diferentes lesiones patológicas habituales en la construcción, que se clasifican según su causa o agente causante.

Estas lesiones pueden ser, según su origen:

Lesiones Físicas: causadas por la humedad, la suciedad, la erosión.

Lesiones Mecánicas: sus causas se deben a un factor mecánico: grietas, fisuras, deformaciones, desprendimientos y erosión debido a esfuerzos mecánicos

Lesiones Químicas: previamente a su aparición interviene un proceso químico (oxidación, corrosión, eflorescencias, organismos vivos, etc.)

Conocer las Patologías Constructivas es clave para evitarlas en futuras obras.

Según a qué área de la construcción afecten pueden clasificarse como:

Patologías de los acabados o lesiones menores

Patologías de los suelos en las que el comportamiento del suelo puede generar lesiones en el edificio

Patología de los elementos estructurales del hormigón que son las debidas a los esfuerzos no controlados

Para poder diagnosticar correctamente una patología primero se debe conocer cuál es el origen que causa la misma, para poder así encontrar la solución óptima para su reparación. Las lesiones patológicas deben ser analizadas mediante el diagnóstico de un especialista, ya que es muy importante un diagnóstico acertado para proceder al tratamiento y la óptima recuperación de la parte afectada.

2.2.2. DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad. En otras palabras, la durabilidad es la habilidad que posee una estructura para resistir agresiones físicas, químicas, biológicas y de los

agentes atmosféricos conservando su integridad a través del tiempo, asegurando con ellos que no se alcance ningún estado limite dentro de la vida útil prevista, como consecuencia de eventuales deterioros prematuros. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación adecuados.

Ahora bien, en un contexto más amplio, el atributo de durabilidad va mucho más allá que la sola habilidad para resistir el deterioro. (Treviño, 1998).

2.2.3. CAUSAS DE ALTERACIÓN DE DURABILIDAD

El conjunto de agentes responsables del deterioro de un inmueble es tan amplio, que se hace necesaria su clasificación, que por practicidad se han agrupado en causas físicas, mecánicas y químicas. De igual forma, se han definido de acuerdo al modo de alteración de las estructuras, en factores intrínsecos, factores por extracción, fabricación y colocación y factores extrínsecos.

Es importante recordar que, para frenar todo proceso patológico en la estructura, es necesario identificar con claridad el tipo de afectación y sus causas, y así erradicar a estas últimas del inmueble enfermo. No es sustentable la idea de atacar una lesión si se desconoce el causal de ésta, debido a la poca eficacia del proceso, los altos costos que significarían los intentos de solucionar el problema y la extensión en tiempo del puente intervenido. De esta forma:

Las lesiones se tienden a dividir en dos grupos según sus causas:

- Directas: Cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.
- Indirectas: Cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

Existe un conjunto de acciones que afectan la durabilidad del concreto y pueden aclarar muchos conceptos sobre los mecanismos de falla de una estructura de concreto.

Tabla 1: Origen del daño

Acciones Mecánicas	Acciones Físicas	Acciones Químicas	Acciones Biológicas	Construcción Inadecuada
Cargas Vivas. Cargas Muertas Viento. Sismo. Vibraciones. Impacto. Empujes de Suelo. Deformaciones impuestas (Asentamiento Diferencial)	Cambios de humedad. Cambios de temperatura	Corrosión del acero de refuerzo. Carbonatación. Reacción álcali – agregado. Lixiviación y Eflorescencia.	Vegetación, Microorganismos, Bacterias, etc.	Por ejecución incorrecta. Bajo recubrimiento Mala colocación del acero de refuerzo. Activar V Ve a Config

Fuente: Eduardo Vidaud

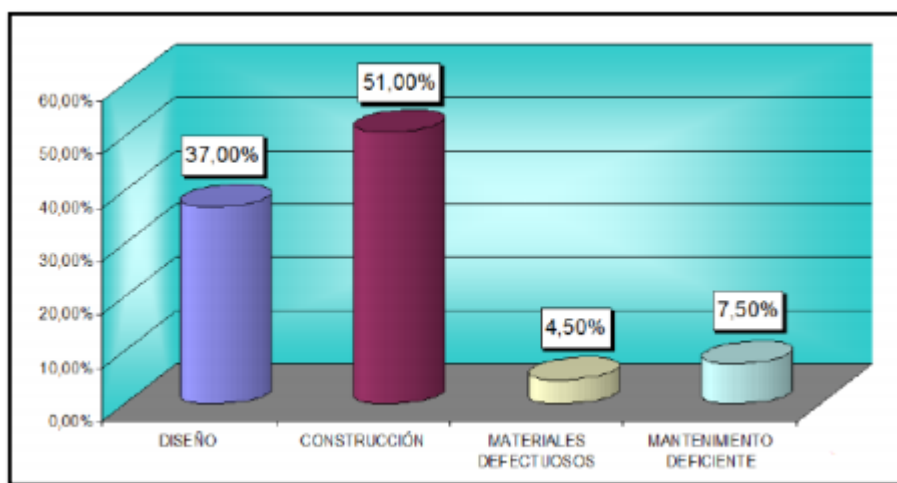
2.2.4. PROCESO PATOLÓGICO

En las estructuras las fallas o defectos se ponen de manifiesto, con la aparición de una serie de señales o de cambios de aspecto, ante estos síntomas y previa investigación de sus causas el técnico patólogo estructural, debe establecer un diagnóstico de enfermedad que sufre la estructura.

2.2.5. ORIGEN DE LAS CAUSAS DE DETERIORO DE LAS OBRAS

Las estructuras de hormigón pueden estar sujetas a múltiples causas de potenciales daños y deterioros. Después de una inspección especializada para determinar el origen y las causas últimas del deterioro de la estructura, se debe definir una estrategia adecuada de reparación.

Ilustración 1: Causas de deterioro de las obras



Fuente: Pattersonazaz

La selección de los materiales de reparación se debe hacer de acuerdo a la Norma EN-1504 y su aplicación debe realizarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Cuando se realizan inspecciones en el hormigón después de un cierto tiempo de vida de este, puede considerarse un material duradero.

De hecho, si está situado en unas condiciones adecuadas, el hormigón, mejora con el tiempo; su resistencia va creciendo gradualmente, aunque a una velocidad menor que al principio; su porosidad irá disminuyendo a la misma velocidad que aumenta la resistencia. Sin embargo, debido a una serie de factores, el hormigón expuesto presentará una serie de factores de deterioro, y de aquí surge la necesidad de la reparación de la estructura de hormigón.

2.2.6. PUENTES

(Aranís, 2006). Los puentes son unas estructuras que permiten la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural o artificial, la vía puede ser natural clásicamente un río o quebrada, lago o mar el obstáculo artificial puede ser

una carretera, calle o avenida u otra construcción hecha por un hombre. Un puente es una obra de arte con la que se salva un obstáculo, dando continuidad a una vía conectando dos puntos, los obstáculos a salvar pueden ser otra vía, ya sea carretable o férrea. Una corriente de agua o una depresión del terreno. Se construyen con el fin de permitir la circulación de personas, vehículos, trenes y líquidos.

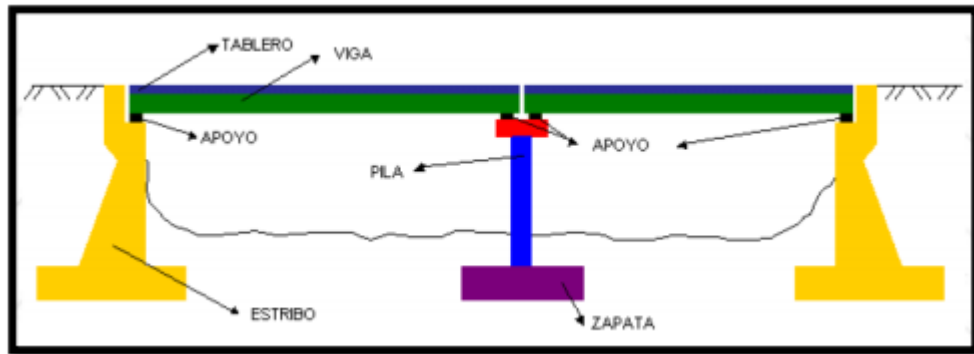
Por definición el puente es toda estructura que se utiliza para dar continuidad a un camino, donde atraviesa un río, un lago, quebradas o claros (obstáculos naturales o artificiales), siendo requerida la colocación de elementos estructurales que funcionen esencialmente como vigas y/o como arcos, con apoyos separados de forma tal que también permitan la circulación por su parte inferior.

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.

Ilustración 2: Partes de un puente



Fuente: Alberto Villarino Otero

2.2.6.1. COMPONENTES DE UN PUENTE

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

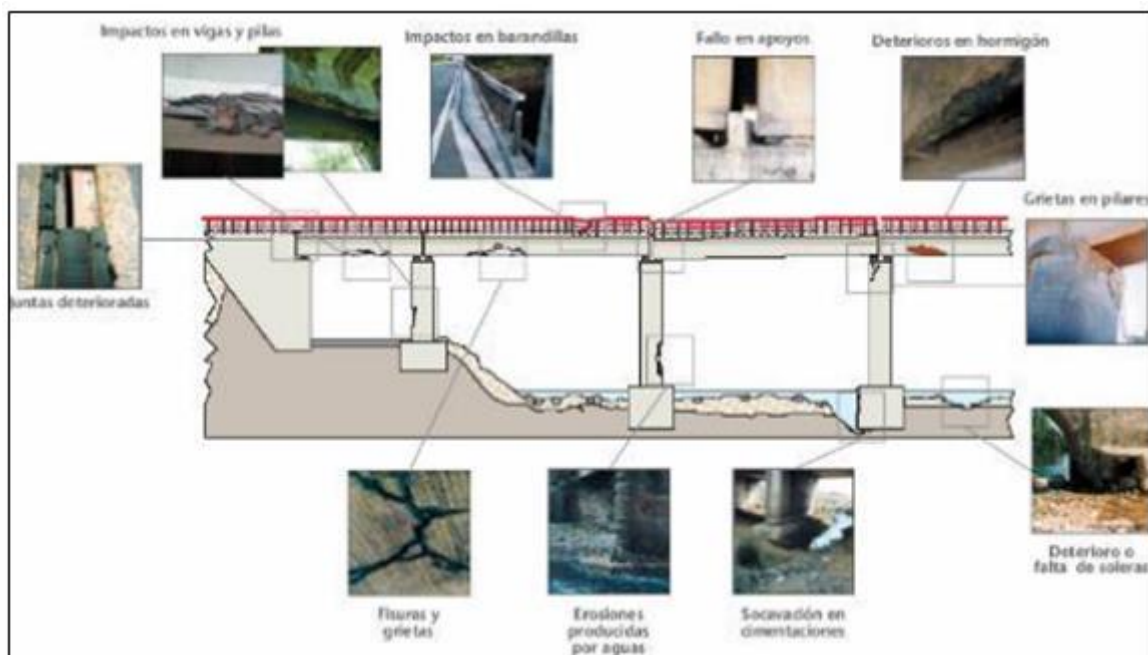
2.2.7. PATOLOGÍAS EN PUENTES

(Casas O,) Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos, generando el colapso del mismo y a su vez grandes

pérdidas tanto económicas como seres humanos. Los puentes son estructuras que amerita mucho cuidado, ya que son grandes estructuras importantes para la población y por ende se deben conservar aplicando periódicamente mantenimiento programado, para el buen funcionamiento del cual fueron contruidos.

Estas estructuras con el pasar del tiempo van presentando síntomas de patologías en sus partes, las cuales si no las atacamos en el momento adecuado se llega a un punto donde se vuelve una enfermedad grave, una de ellas es deformaciones en la estructura y el pronóstico puede ser pesimista, donde se tiene varias opciones, ellas son; amputación, demolición o muerte de la parte del puente que se enferma.

Ilustración 3: Patología en puentes



2.2.8. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

(Rivva, 2006) La evaluación es el proceso de determinar si una estructura o uno de sus componentes es adecuado para el uso pretendido, mediante el análisis sistemático de la información y los datos recolectados a partir de la revisión de la documentación existente, la inspección de campo, las condiciones de servicio, y los ensayos de los materiales. Este proceso de

investigación no se puede generalizar y estandarizar en una serie bien definida de pasos ya que el número y tipo de pasos varía dependiendo del propósito especificado de la investigación, el tipo y las condiciones físicas de la estructura, la información disponible sobre el diseño y la construcción, la resistencia y calidad de los materiales de construcción.

La evaluación estructural debe desarrollarse con el fin de determinar la capacidad para soportar cargas de todos los elementos estructurales críticos y de la estructura como un todo. Se debe considerar la capacidad de la estructura para soportar todas las cargas presentes y previstas, de acuerdo con los requerimientos de los códigos estructurales vigentes. Cuando no se cumplan las exigencias de los códigos en la condición actual de la estructura, se debe entrar a considerar las técnicas y los métodos para un adecuado reforzamiento.

Ilustración 4: Evaluación Estructural



2.2.9. TIPO DE LESIONES EN EL CONCRETO

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.

2.2.9.1. 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

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.

b) Cambio de Temperatura

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.

2.2.9.2. 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).

a) Desprendimiento - Popout

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

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.

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: vibro compactadores, maquinarias muy pesadas, hincado de pilotes, o simplemente al paso de vehículos de alta carga sobre la propia estructura del puente.

d) Erosión

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 continuo de agua.

- **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.

e) Fisuras

Su característica principal dependerá 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.

f) Grietas

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).

- **Grietas por Flexión**

Para una viga, losa o muro, 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 curvean. Evolucionan con lentitud. Generalmente aparecen varias y juntas entre sí.

- **Gritas Longitudinales**

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.

g) Fracturas y Aplastamiento

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.

2.2.9.3. 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.

2.2.10.SINTOMAS DE DAÑO ESTRUCTURAL

Síntoma es, en la Patología de las Estructuras, la referencia subjetiva que presenta una estructura por la percepción o cambio que puede reconocer como anómalo o causado por un estado patológico.

- Grietas, fisuras y/o fracturas

Ilustración 5: Fractura en losa de pavimento



Fuente: Puente San Sebastián - México

- Aplastamiento

Ilustración 6: Aplastamiento en pilares



Fuente: Manual para la inspección visual de puentes y pontones

- **Desconchamientos**

Ilustración 7: Desconchamientos losa de acercamiento



Fuente: Manual para la inspección visual de puentes y pontones

- **Zonas punzonadas**

Ilustración 8: Corte de punzonadas en cimentación



Fuente: Manual para la inspección visual de puentes y pontones

- **Eflorescencia**

Ilustración 9: Eflorescencia en pilares y plataforma del puente



Fuente: tecyrsa.com/portfolio/

- **Cambios de coloración**

Ilustración 10: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma



Fuente: tecyrsa.com/portfolio/

- **Segregación**

Ilustración 11: Segregación en losa armada



Fuente: civilgeeks.com/2018/06/15

- **Hinchazones**

Ilustración 12: Cambio de color del concreto en pilares y plataforma



Fuente: [antapa.com/artículos-técnicos-mortero-de-reparación-de-hormigón](http://antapa.com/articulos-técnicos-mortero-de-reparación-de-hormigón)

- **Deformaciones**

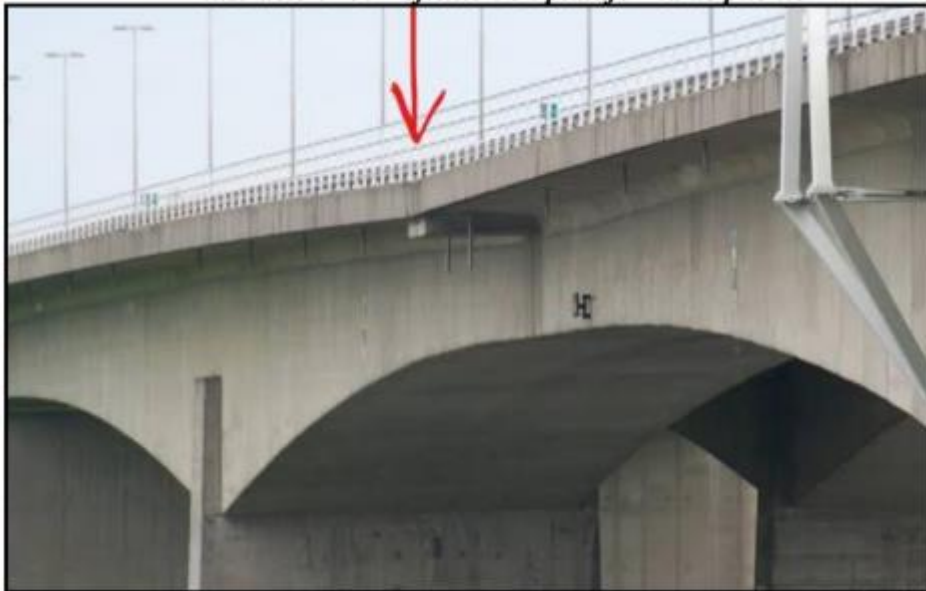
Ilustración 13: Deformación de la Plataforma del Puente sobre el Rio Quilca



Fuente: ejercitoydesarrollo.blogspot.com

- **Deflexiones**

Ilustración 14: Deflexión en plataforma de puente



Fuente: esenciaestructural.wordpress.com/2017/07/18/flujo plástico/

2.2.11.PROCESO PATOLÓGICO.

El encuentro con un proceso patológico tiene como objetivo su solución. La que implica la reparación de la unidad constructiva dañada para devolverle su misión inicial. Para atacar un problema constructivo en primer lugar se debe diagnosticar, es decir conocer, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado actual. Este conjunto de aspectos del problema, que pueden agruparse de modo secuencial, es lo que se denomina proceso patológico.

En un proceso patológico se pueden distinguir tres partes bien definidas, el origen, la evolución y el resultado final, de tal modo que para su estudio se debe recorrer dicho camino de forma inversa.

Ilustración 15: Proceso Patológico



2.2.11.1. CAUSAS

Podemos definirla como el agente, activo o pasivo que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones. En ocasiones varias causas pueden actuar conjuntamente para producir una misma lesión. Así mismo se dice que las lesiones directas, exteriores e interiores se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Lesiones físicas
- Lesiones mecánicas

- Lesiones químicas
- Lesiones biológicas

Para el estudio de estas patologías se debe abordar el tema como una enfermedad de las estructuras, 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 la en la segunda se deben hacer pruebas y ensayos de laboratorio en campo (patología experimental).

2.2.12.PRINCIPALES PATOLOGÍAS.

Las patologías en las estructuras presentan manifestaciones externas de las cuales se puede determinar su naturaleza, origen y fenómenos asociados, y, por lo tanto, estimar sus posibles consecuencias. Estos síntomas pueden ser descritos y clasificados, obteniéndose un primer diagnóstico mediante inspección visual.

Los síntomas más comunes son: fisuras, eflorescencias, flechas excesivas, manchas, corrosión de la armadura, oquedades superficiales o segregación. Entre los posibles agentes que provocan estas patologías se tienen: cargas, variaciones de humedad, variaciones térmicas intrínsecas y extrínsecas del hormigón, agentes biológicos, incompatibilidad de materiales, agentes atmosféricos.

2.2.12.1. Entre las principales causas se tienen:

- a) Ausencia o pérdida del recubrimiento en las armaduras.
- b) Impermeabilización incorrecta o carencia de ella.
- c) Hormigonado con temperaturas ambientales extremas.
- d) Mala calidad del hormigón.
- e) Contaminación de los áridos.
- f) Depósito de sales de deshielos.
- g) Efectos por presencias de microorganismos

2.2.13.INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO

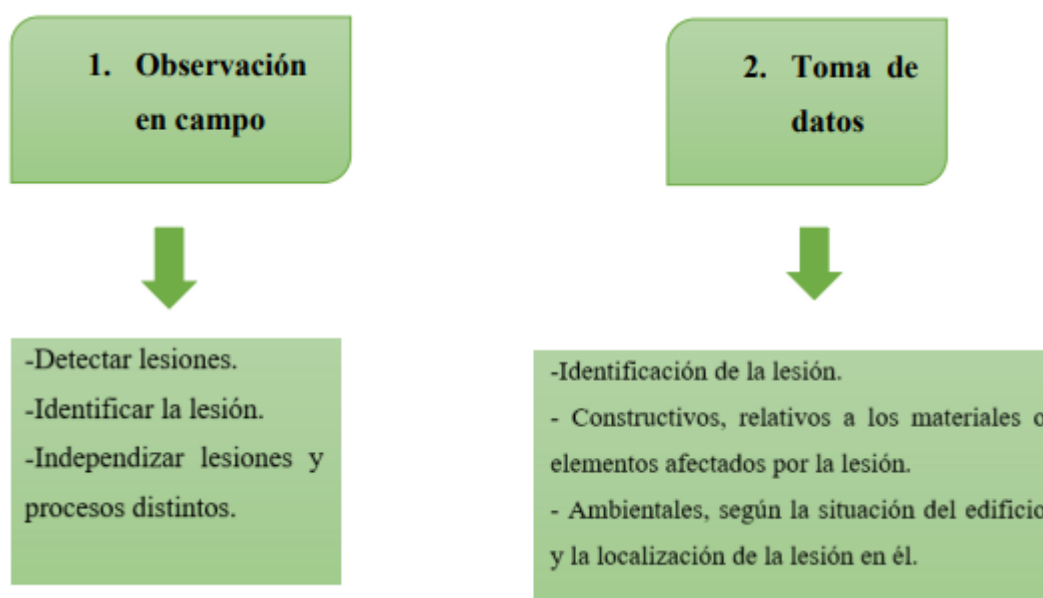
El presente documento nos da una descripción de la base técnica y administrativa para la requisa, evaluación y cuidado de puentes, que incluye además el recojo de datos de Inventario para el Sistema Computarizado de Administración de Puentes (SCAP) del Provias Nacional. En estructuras como los puentes, 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.

2.2.14.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:



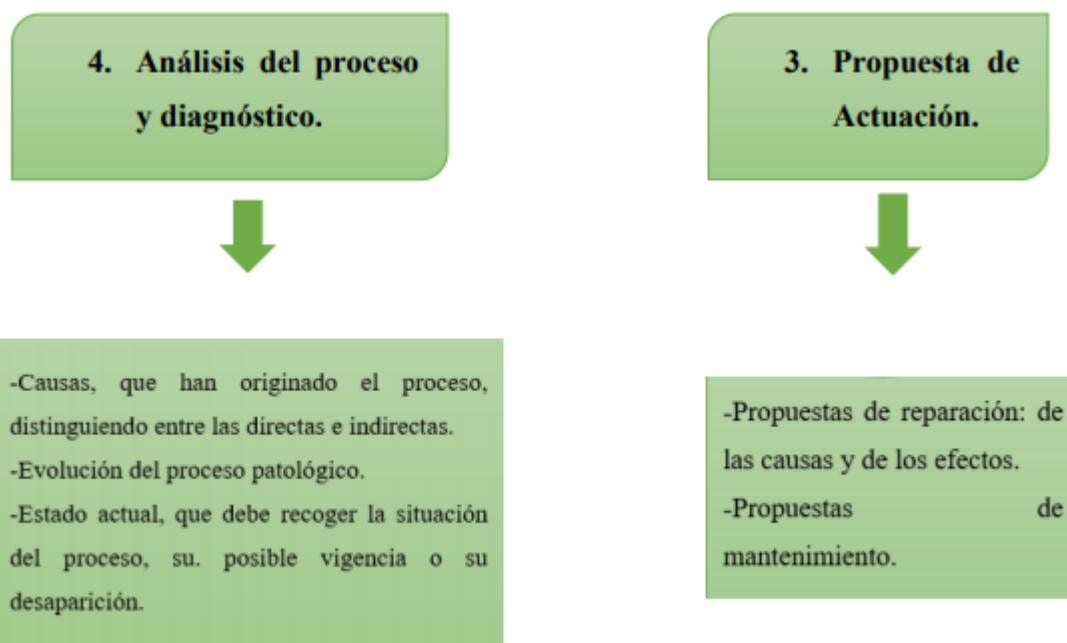


Tabla 2: Tabla general de lesiones patológicas a evaluar

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

Fuente: Elaboración Propia

2.2.14.1. 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.

2.2.14.2. 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.

2.2.15. ESTÁNDARES, NOMBRAS Y UNIDADES

El diseño y análisis estructural de los puentes carreteros y estructuras afines se realizará ciñéndose a las disposiciones establecidas en los siguientes documentos.

a) **"Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition, 2002" de AASHTO o, AASHTO STANDARD.**

Los puentes son elementos principales en las carreteras y sus funciones son distintas desde unir grandes tramos por la separación de un río, o los viaductos que sirven para unir caminos separados por terrenos profundos, hasta los que se utilizan en los pasos a desnivel. Estas especificaciones rigen el diseño de la mayor parte de los puentes de los Estados Unidos. Por lo general, los departamentos estatales de carreteras adoptan estas especificaciones de puentes de la AASHTO como sus normas mínimas para el diseño de puentes de carretera. Las especificaciones estándar para el diseño de puentes de carretera del AASHTO están constituidas de tres divisiones. La primera división establece los requisitos para diseño, la segunda proporciona los requerimientos para el diseño sísmico, y la tercera división hace referencia a los requisitos de la construcción.

b) **La Norma the AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Design, Edition 17^a, (2002).**

Los puentes son elementos principales en las carreteras y sus funciones son distintas desde unir grandes tramos por la separación de un río, o los viaductos que sirven para unir caminos separados por terrenos profundos, hasta los que se utilizan en los pasos a desnivel. Estas especificaciones rigen el diseño de la mayor parte de los puentes de los Estados Unidos. Por lo general, los departamentos estatales de carreteras adoptan estas especificaciones de puentes de la AASHTO como sus normas mínimas para el diseño de puentes de carretera. Las especificaciones estándar para el diseño de puentes de carretera del AASHTO están constituidas de tres divisiones. La primera división establece los requisitos para diseño, la segunda proporciona los requerimientos para el diseño sísmico, y la tercera división hace referencia a los requisitos de la construcción.

c) **Directiva N°01-2016-MTC/14 "Guía para inspección de Puentes Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2006).**

- d) El objetivo de la Guía es proporcionar pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados.
- e) En un contexto geográfico como el peruano, con una parte de su población ubicada en áreas rurales, las carreteras toman importancia para la integración e interconexión del país. Por esta razón, entre otras, es muy importante que el sistema nacional de carreteras permanezca en buenas condiciones de transitabilidad, a fin de que el transporte se efectúe en forma eficiente y seguro.
- f) En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera y, aplicando una metáfora, una cadena no está más fuerte que su eslabón más débil; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país. La condición de los puentes de la Red Vial del Perú varía Considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes.
- g) Los puentes, además, se ven afectados, entre otros aspectos, por las sobre cargas, influencia del ambiente, fenómenos naturales como terremotos e inundaciones, lo que origina su deterioro. El fenómeno periódico climático conocido como “El Niño” es el factor de la naturaleza que más afecta la condición de la Red Vial del Perú, causando fuertes precipitaciones e inundaciones que, frecuentemente, ocasionan grandes pérdidas económicas y sociales, que se reflejan en pérdidas en la infraestructura, en la producción y en la actividad económica general del Perú.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. FALLA ESTRUCTURAL

Una falla estructural se refiere a un colapso en el cual la estructura se rompe en pedazos. Sin embargo, en la mayoría de los casos el término incluye otras condiciones aparte del colapso, que pueden ser no tan drásticas y aun así llevar a pérdidas grandes

2.3.2. PATOLOGÍA DEL CONCRETO

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, sus causas, consecuencias y remedios.

2.3.3. CONCRETO

Es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos.

2.3.4. DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO

El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad.

2.3.5. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

La patología estructural es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas o comportamiento defectuoso (enfermedad), investigando sus causas (diagnostico) y planteando medidas correctivas (terapéuticas) para recuperar las condiciones de seguridad en el funcionamiento de la estructura.

2.3.6. PATOLOGÍAS EN PUENTES

Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran

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

2.3.7. PUENTES

Los puentes son unas estructuras que permiten la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural o artificial, la vía puede ser natural clásicamente un río o quebrada, lago o mar el obstáculo artificial puede ser una carretera, calle o avenida u otra construcción hecha por un hombre.

2.3.8. EROSIÓN

La erosión del suelo es el proceso de desgaste de la superficie terrestre como consecuencia del impacto de acciones geológicas (como las corrientes de agua o de deshielos), climáticas (como las lluvias o los vientos intensos) o por la actividad del ser humano (como la agricultura, la deforestación, expansión de las urbes, entre otros).

2.3.9. GRIETAS

La grieta afecta a un elemento en todo su espesor, que se pueden producir daños mayores e incluso el colapso de las estructuras. De este modo, las grietas afectan a la resistencia de los elementos constructivos. La grieta además se dice que está viva, para eliminarla no vale con enmascararla con pintura o cualquier otro elemento, sino que debemos mitigar su origen.

2.3.10. FÍSURAS

La fisura, sin embargo, los daños que provocan son superficiales y su consecuencia es generalmente el desprendimiento de fragmentos de los revestimientos o acabados superficiales. Si atendemos a la resistencia de los elementos estructurales o que disponen de cierta capacidad portante, su resistencia no se ve mermada por las fisuras

2.3.11. EFLORESCENCIA

Se trata de manchas blanquecinas de aspecto irregular que aparecen en superficies que han sufrido humedad. Cuando la superficie se seca y el agua

se evapora se da la cristalización de algunas sales solubles que se encuentran en el agua y así aparecen las eflorescencias.

2.3.12. SEGREGACIÓN

La segregación del hormigón es la separación de sus componentes una vez amasado provocando que la mezcla de hormigón fresco presente una distribución de sus partículas no uniforme. Si un hormigón presenta buena resistencia a segregación, eso significa que los áridos están uniformemente distribuidos en la mezcla, tanto en dirección vertical como en horizontal.

2.3.13. LICUEFACCIÓN DE SUELOS

La licuefacción de suelos es un fenómeno en el cual los terrenos, a causa de saturación de agua y particularmente en sedimentos recientes como arena o grava, pierden su firmeza y fluyen como resultado de los esfuerzos provocados en ellos debido a los temblores. La licuefacción es una causa mayor de destrucción relacionada con terremotos (más aún que por la acción directa de las ondas sobre los edificios).

2.3.14. EROSIONABILIDAD DE SUELO

La erosionabilidad de suelo se refiere a la facilidad que presenta el mismo para ser movilizado. Depende de características del suelo tales como composición, textura, permeabilidad, pendiente.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, se han venido desarrollando diversas técnicas para el mantenimiento de puentes, como en el área de la nanotecnología, aislamiento sísmico, control activo, articulaciones plásticas, entre otras, con el objetivo de realizar una evaluación permanente de las estructuras de puentes, como sabemos son estructuras costosas y muchas de ellas estratégicas para los países, tanto en el aspecto logístico y militar en muchos casos. Sin embargo, podemos indicar que, a pesar de estos esfuerzos por realizar estas evaluaciones, algunos puentes han colapsado, tanto en el ámbito local como también en el internacional. Debido a esa preocupación, es que el mantenimiento de puentes cobra vital importancia, pasando por una evaluación exhaustiva lo que nos permitirá tomar decisiones oportunas.

Nuestro país no es ajeno a esta problemática, muchos años en nuestro país no hubo la cultura del mantenimiento de la infraestructura en general de nuestro país, carreteras abandonadas, sistemas de agua potable, puentes, entre otras estructuras no han recibido mantenimiento en años, actualmente las cosas van mejorando en lo referente al mantenimiento de nuestras redes viales, la mayoría de ellas ya cuenta con un presupuesto anual, aunque insuficiente, pero por algo se está empezando. La problemática relacionada a mantener los puentes operativos y con las condiciones de diseño iniciales, es una prioridad para los entes competentes, ya que se va entendiendo que más rentable es realizar un mantenimiento que reemplazar con una nueva infraestructura, es por ello que en nuestro país se ve una luz en el túnel, acciones que sin duda van a llevar a las estructuras a utilizar su vida remanente

En nuestro departamento, San Martín, también contamos con numerosos puentes que ya requieren el mantenimiento respectivo, puentes que se construyeron hace 50 años aproximadamente junto con la Carretera Marginal de la Selva, muchas de estas estructuras ya llegaron a fin de su vida útil, pero aún siguen funcionando, lo que nos indica que si los rehabilitamos vamos a lograr que

su vida útil se extienda por muchos años más, lo cual generaría un tiempo en el que se podría ir viendo el reemplazo de estas estructuras. Dentro de estas estructuras encontramos al Puente Colombia, en el cual estará centrado nuestra investigación.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Como ya se mencionó, los puentes son estructuras necesarias para el desplazamiento de las personas, sin embargo, según el tipo de puente, su estructura se comporta de manera particular, sufriendo diferentes tipos de deterioro, debido a factores como volumen de tráfico, pesos máximos de carga, corrosiones y otros.

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la determinación de patologías, nos ayuda en la formulación de una propuesta de mantenimiento del Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera determinaremos las patologías en el Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín?
- ¿Cómo se planteará la propuesta de mantenimiento del Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín?

3.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se justifica, porque nos permitirá, determinar las patologías existentes en el Puente Colombia, las que nos servirán para realizar un diagnóstico situacional del mismo y en función a ello formular una propuesta de mantenimiento de esa estructura. Esto es importante debido a que se fomenta una cultura de mantenimiento de las estructuras, también nos permite alargar la vida útil de la estructura, permitiendo que la misma trabaje un periodo residual y por consiguiente ahorrar recursos económicos.

3.4 OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las patologías y formular una propuesta de mantenimiento del Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

Objetivos Específicos

- Determinar las patologías del Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.
- Formular la propuesta de mantenimiento del puente Colombia, Distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

3.5 HIPÓTESIS

3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La determinación de patologías incide en la formulación de la propuesta de mantenimiento del Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

Ho: La determinación de patologías no inciden en la formulación de la propuesta de mantenimiento del Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

3.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Hi1: La determinación de patologías cumple con las Normas Peruanas de inspección en el Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

Ho1: La determinación de patologías no cumple con las Normas Peruanas de inspección en el Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

Hi2: La propuesta de mantenimiento cumple con las Normas Peruanas en el Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

Ho2: La propuesta de mantenimiento no cumple con las Normas Peruanas en el Puente Colombia, distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín.

3.6 VARIABLES

3.6.1 Variable Independiente

Determinación de patologías

3.6.2 Variable Dependiente

Propuesta de mantenimiento del Puente Colombia

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. Tipo de Investigación

Aplicativo. Debido a que se busca la aplicación de los conocimientos adquiridos durante los estudios de la carrera de Ingeniería Civil, a la vez que se adquieren otros, a fin de aplicarlas en el entendimiento del diagnóstico de patologías y la propuesta de mantenimiento del puente Colombia.

4.1.2. Diseño de Investigación

Descriptivo. A fin de vincular las dos variables determinando cómo influye una variable sobre la otra y cuál es la relación entre ellas

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. Población:

Para la presente investigación, la población fue conformada por todos los puentes de tipo articulado ubicados en el departamento de San Martín.

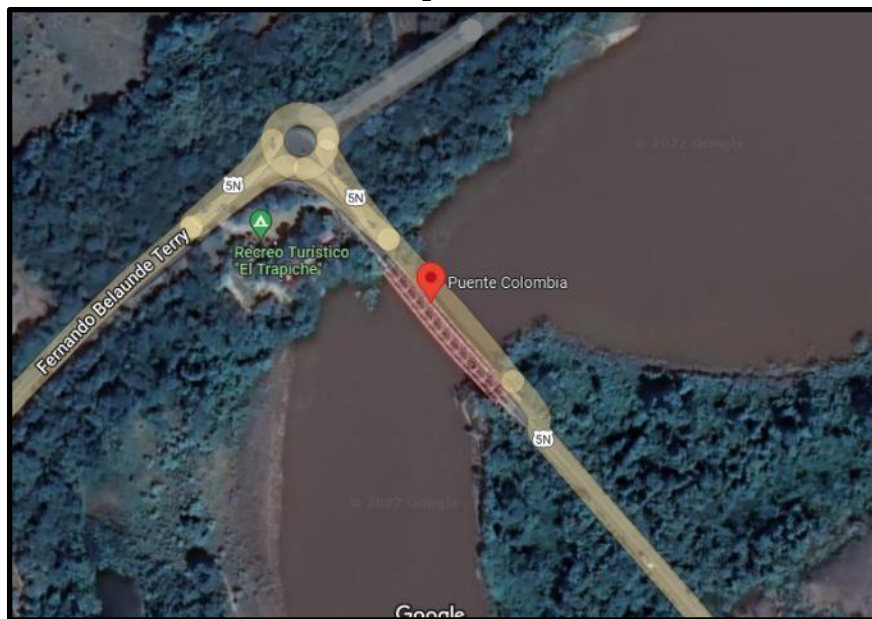
4.2.2. Muestra:

Es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En nuestro caso, la muestra será el puente Colombia.

4.2.3. Ubicación:

Nuestra investigación se encuentra ubicada en el Distrito de Juan Guerra.

Ilustración 16: Ubicación puente Colombia, San Martin



Fuente: Google Maps

Ilustración 17: Vista del Puente Colombia San Martin



Fuente: Fotografía Insitu - Propia

Ilustración 18: Vista del ingreso al Puente Colombia San Martín



Fuente: Fotografía Insitu – Propia

4.3. MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La primera etapa de esta investigación se basó en la recopilación de información en campo, mediante las visitas de inspección ocular donde se pudo observar de forma detallada los daños y patologías del puente Colombia, acompañado de un registro fotográfico.

En una segunda etapa se ha identificado y caracterizado las patologías encontradas en el puente Colombia, Usando la metodología de la Directiva N°01-2006-MTC/14 “GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES”. Identificando los elementos a evaluar y calificando la condición según el rango establecido en la directiva.

La última etapa consistió en una revisión bibliográfica, con el fin de elaborar una PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA.

4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Equipos de laboratorio de concreto, ensayos no destructivos, formatos, reglamentos y normas que se utilizan para el mantenimiento de puentes.

4.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Una vez obtenido la información necesaria del puente se procedió a realizar Mediciones, y la toma de datos teniendo en cuenta los formatos y anexos establecidos, con formularios correspondientes a la evaluación de puentes y en cantidades suficientes para el desarrollo de la actividad.

4.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

Con los formatos y anexos se ha puesto en marcha el desarrollo de la inspección siguiendo el modelo de una inspección perimetral inferior en el orden:

- Bloque de Anclaje – Estribo
- Enrocado
- Apoyos Fijos y Móviles
- Vigas Principales de Acero Estructural
- Vigas Transversales y Largueros de Acero

Esta inspección perimetral inferior consiste en la inspección de todos los elementos que se encuentra debajo del tablero.

Finalizada la etapa anterior se realiza la inspección perimetral superior de la zona del tablero en el siguiente orden:

- Losa de Concreto Armado
- Capa de Asfalto
- Veredas de Concreto
- Barandas de Acero
- Planchas Deslizantes
- Señalización
- Guardavías

En la inspección se tomaron fotografías de todos los elementos a analizar para sustentar la veracidad de lo vertido en el trabajo de investigación.

4.3.4. Procesamiento, Análisis e Interpretación de los Datos.

El recojo de los datos de campo se hará en forma manual y luego se hará un procedimiento computarizado.

El análisis e interpretación de datos se realizará de acuerdo a la Normas Técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. RESULTADOS:

5.1.1. Inspección ocular: Toma de Datos de la Inspección

Vamos a presentar en la siguiente tabla, el rango de la condición general del puente Colombia, en ella definimos el resultado de la evaluación, dando a conocer posteriormente todo el proceso seguido hasta obtener los resultados presentados, anexando las hojas de evaluación y del proceso de obtención de los datos.

Tabla 3: Condición del Puente Colombia

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	PESIMO	5.00-5.99

Fuente: Guía de Inspección de Puentes

Tabla 4: Toma de datos – Inspección de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”			
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN			
1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN			
NOMBRE DEL PUENTE	: Puente Colombia	Dpto. Político	: San Martín
TIPO DE PUENTE	: Reticulado	Dpto. Vial	: San Martín
SOBRE	: Río Huallaga	Provincia	: San Martín
ALTITUD	: 252 msnm	Distrito	: Juan Guerra
LATITUD	: - 7.06694	Poblado cercano	: Tarapoto
LONGITUD	: - 76.5847	Longitud del Puente	: 90m
2) DATOS GENERALES			
Puente Sobre:	Rio Huallaga	Nombre:	Puente Colombia
Longitud Total (m):	90 m	Número Vías Tránsito:	2
Ancho Calzada (m):	7.20m	Sobrecarga Diseño:	HS20
Ancho Vereda (m):	0.90m	Año Construcción:	2008
Alineamiento:	Recto	Fecha de inspección:	Noviembre 2022
3) ELEMENTOS DEL PUENTE			
A) TABLERO DE RODADURA			

LOSA			<u>VIGAS</u>	
Material:	Concreto Armado		Tipo:	Longitudinales
Espesor (m):	0.20		N° Vigas:	2
Superficie de Desgaste:	Carpeta Asfalto		Material:	Acero Estructural
			Forma:	Rectangular
			Peralte (m):	1.80
			Separación entre Ejes:	7.20
B) DETALLES				
BARANDAS			VEREDAS Y SARDINELES	
Tipo:	Viga de rigidez		Ancho Vereda (m):	0.90
Material:	Acero		Altura Sardinel (m):	0.15
			Material:	mortero
<u>JUNTAS DE EXPANSION</u>			<u>DRENAJE DE CALZADA</u>	
Tipo:	Planchas deslizantes		Tipo:	Tubo
Material:	Metálico		Material:	PVC

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Descripción de los elementos

Tabla 5: Descripción de los elementos – Inspección de Campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”		
Nº	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	
1	LOSA	La losa es de concreto armado, de 0.20m de espesor, tiene una longitud de 90.00m y 7.20m de anchos sostenido sobre vigas de rigidez longitudinales.
2	VIGAS DE RIGIDEZ	Son de acero estructural reticuladas, con 2 vigas Longitudinales.
3	ARRIOSTRES	Los arriostres son metálicos, son 4 en cada tramo del puente.
4	ESTRIBOS	El puente no cuenta con estribos, tienen muros con contrafuertes se ubican tanto en la margen izquierda como en la margen derecha, sobre los que se apoyan las losas de aproximación del puente.
5	CAPA DE ASFALTO	La superficie de rodadura de la capa de asfalto se extiende a lo largo de todo el puente. Tiene espesor 2.5”.
6	VEREDAS	Las veredas son de concreto armado, tienen 1.20 m de ancho y se ubican a lo largo del puente.

7	PLANCHAS DESLIZANTES	Las planchas deslizantes se ubican al inicio y final de la plataforma del puente, así como al inicio y al final de las dos losas de aproximación.
8	BARANDAS	No cuenta con barandas propiamente dicha, las vigas de rigidez longitudinal cumplen esa función, ya que está por encima y debajo del nivel de la plataforma.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Capa Asfáltica – condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 01

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente : Colombia
 Tipo de Puente : Articulado
 Provincia : San Martín
 Distrito : Juan Guerra
 Año de Construcción : 2008
 Longitud Total (m) : 90 m
 Calzada (m) : 7.20 m



CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE CAPA DE ASFALTO TD 01						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Capa de Asfalto	m ²	1	90.00	7.20		648.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfalto				3	97	

OBSERVACIONES

Grado 1: Desgaste superficial
Grado 2: Fisuras, desgaste superficial con exposición de agregados



CONDICIÓN ENCONTRADA

CAPA DE ASFALTO	El 3% se encuentra en grado 2 donde se observa fisuras y desgaste superficial con exposición de agregados, el 97% restante se encuentra en grado 1 donde observamos desgaste superficial.
------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Sistema Articulado de acero condiciones de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 02

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva	
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE SISTEMA ARTICULADO TD 02						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
SISTEMA ARTICULADO	ml	80	90			7,200.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
180	Sistema articulado			2	3	95	

OBSERVACIONES

Grado 1: Desgaste
Grado 2: Oxidación Intermedia
Grado 3: Perdida de Sección

	
CONDICIÓN ENCONTRADA	
SISTEMA ARTICULADO	Se observa la oxidación superficial del sistema articulado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Losa de Concreto Armado (Longitudinal) condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 03

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE LOSA DE CONCRETO ARMADO TD 03						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
LOSA	m ³	1	90.00	7.2	0.2	129.60

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
101	Losa de concreto armado (Refuerzo Longitudinal)				2	98	

OBSERVACIONES

Grado 1: Decoloración, Eflorescencia
Grado 2: Fisuras <1.5mm



CONDICIÓN ENCONTRADA

LOSA DE CONCRETO ARMADO	El 2% se encuentra en grado 2 donde se observa fisuras <1.5mm, el restante se encuentra en grado 1 donde se observa decoloración y eflorescencia.
--------------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Elevación de Pilares de Concreto Armado – condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”	
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 04	
DATOS GENERALES DEL PUENTE	

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PILARES TD 04						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Pilares	und	2				2

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			10	2	88	

OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.
Grado 3: Socavación



CONDICIÓN ENCONTRADA

Pilares	El 10% se encuentra en grado 3 donde se observa Socavación, otro 2% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras < 1.5mm y el 88% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y desgaste por efecto de intemperismo.
----------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Planchas Deslizantes - condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 08

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO

METRADO DE PLANCHAS DESLIZANTES DE ACERO – TD 05

Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Planchas deslizantes	ML	4	7.20			28.80

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
341	Planchas deslizantes				4	96	

OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial
Grado 2: Corrosión con picaduras



CONDICIÓN ENCONTRADA

PLANCHAS DESLIZANTES	4% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión con picaduras y el 96% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial.
-----------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Guardavías - condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 11

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE GUARDAVÍAS TD 06						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Guardavías	ml	4	10			40

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
355	Guardavías		100				

OBSERVACIONES

Grado 4: Derruido



CONDICIÓN ENCONTRADA

Guardavías	El 100% de los guardavías se encuentran en estado regular
-------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Márgenes de Río - condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 12

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martin	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO

METRADO DE MARGENES DE RIO TD 07

Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Márgenes de Río	ml	2	20.00		40.00	40.00

ELEMENTOS

CALIFICACIÓN %*

NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
401	Márgenes de río			100			

OBSERVACIONES

Grado 3: Socavación General del Cauce del río, erosión en los márgenes del río y colapso de las estructuras de protección de las orillas del río.



CONDICIÓN ENCONTRADA

Márgenes de Río	El 100% presenta Socavación General del Cauce del río, erosión en los márgenes del río y colapso de las estructuras de protección de las orillas del río.
------------------------	---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Muro con Contrafuerte Condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 13

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO

METRADO DE MURO CON CONTRAFUERTE TD 8

Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Muro con Contrafuerte	m ³	2	10.00	0.30	4.50	27.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
134	Muro con Contrafuerte				4	96	

OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.

	
CONDICIÓN ENCONTRADA	
Muro con Contrafuerte	El 4% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras<1.5mm y el 96% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y desgaste por efecto de intemperismo.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Vigas Transversales de Acero - condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 16

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martin	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VIGAS TRANSVERSALES DE ACERO TD 9						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Vigas Transversales	ml	55	7.00			385.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
161	Vigas Transversales				3	97	

OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial y pérdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial

	
CONDICIÓN ENCONTRADA	
Vigas Transversales	3% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión superficial y el 97% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y pérdida de pintura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Veredas de Concreto - condición de campo

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 17

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Colombia	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Articulado	Año de Construcción	: 2008
Provincia	: San Martín	Longitud Total (m)	: 90 m
Distrito	: Juan Guerra	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VEREDAS DE CONCRETO TD 10						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Veredas de Concreto	m ²	2	90.00	0.90		162.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
311	Veredas de Concreto				6	94	

OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.

	
CONDICIÓN ENCONTRADA	
Veredas de Concreto	El 6% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras<1.5mm y el 94% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia.

Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE

A continuación, abordaremos los temas de Condición Estadística del Elemento y Condición Estadística del Puente

Tabla 16: Condición General del Elemento Evaluado y Condición Estadística del Puente

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”								
Condición General del Elemento Evaluado								
Elementos		Calificación %						Total (%)
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0	
301	Capa Asfáltica				4	96		100
101	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Longitudinal)				2	98		100
104	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Transversal)				2	98		100
110	Viga Principal de Concreto Armado				2	98		100

354	Parapeto de Concreto Armado			1	3	96		100
341	Planchas Deslizantes				4	96		100
355	Guardavías		100					100
401	Márgenes de Río			100				100
134	Muro con Contrafuerte				4	96		100
185	Vigas de Rigidez				2	98		100
161	Vigas Transversales de Acero				3	97		100
311	Veredas de Concreto				6	94		100

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”					
Condición Estadística del Puente					
Elementos		Condición Estadística del Elemento	Factor de Importancia del Elemento	Contribución del Elemento del Puente	Condición Estadística
Nº	DESCRIPCIÓN				
301	Capa Asfáltica	1.20	1.20	0.90	2.88
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)	1.10	0.90	1.02	
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	0.95	1.15	1.05	
110	Viga Principal de Concreto Armado	0.90	1.10	0.95	
354	Parapeto de Concreto Armado	0.90	0.80	1.03	
341	Planchas Deslizantes	1.00	0.90	0.98	
355	Guardavías	1.00	0.60	1.04	
401	Márgenes de Río	0.80	0.90	1.15	
134	Muro con Contrafuerte	0.85	0.95	0.95	
117	Arriostre de Acero	0.90	0.90	0.90	
185	Vigas de Rigidez	0.95	0.90	1.10	
161	Vigas Transversales de Acero	1.10	0.95	0.95	
311	Veredas de Concreto	0.90	1.15	0.60	
		1.08	1.20	0.80	
Analizando los grados de deterioro de los elementos de inspeccionados se encontró que la condición estadística del puente Colombia es 2.88, encontrándose en Condición REGULAR		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	
Fuente: Elaboración Propia					

2	REGULAR	El Puente Colombia se halla en condición REGULAR con un Valor de 2.88 entre un rango de 2.00 – 2.99
---	---------	---

5.1.4. RESUMEN DE PATOLOGÍAS POR ELEMENTO Y GRADO DE SEVERIDAD

Tabla 17: Patologías encontradas en los elementos según grado de severidad

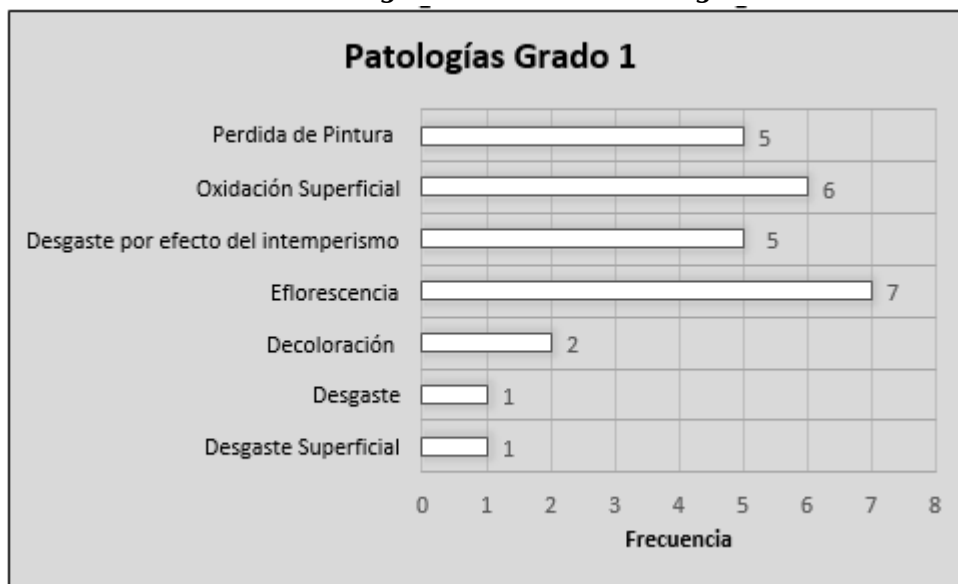
“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”							
PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN LOS ELEMENTOS SEGÚN GRADO DE SEVERIDAD							
ELEMENTOS		GRADO DE SEVERIDAD					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				Fisuras <1.5 mm 1%	Desgaste Superficial 26%	
					Desgaste Superficial con exposición de agregados 3%		
104	Losa de Concreto Armado				Fisuras <1.5 mm 2%	Decoloración 38%	
						Eflorescencia 20%	
110	Viga Principal de Concreto Armado				Fisuras <1.5 mm 2%	Eflorescencia 40%	
						Desgaste por efecto de intemper. 18%	
354	Parapeto de Concreto Armado			Delaminación con Exposición de Acero 1%	Fisuras <1.5 mm 3%	Eflorescencia 35%	
						Desgaste por efecto de intemper. 11%	
341	Planchas Deslizantes				Corrosión con Picaduras 4%	Oxidación Superficial 36%	
355	Guardavías		Derruido 100%				
401	Márgenes de Río			Socavación General del Cauce 20%			

				Erosión de las Márgenes del Rio 20%		
				Colapso de las Estructuras de Protección 10%		
134	Muro con Contrafuerte				Fisuras <1.5 mm 4%	Eflorescencia 11%
						Desgaste por efecto de intemper. 35%
185	Vigas de Rigidez				Corrosión Superficial 2%	Oxidación Superficial 26%
						Perdida de Pintura 62%
161	Vigas Transversales				Corrosión Superficial 3%	Oxidación Superficial 22%
						Perdida de Pintura 65%
311	Veredas de Concreto				Fisuras <1.5 mm 6%	Eflorescencia 25%
						Desgaste por efecto de intemper. 39%

Fuente: Elaboración Propia

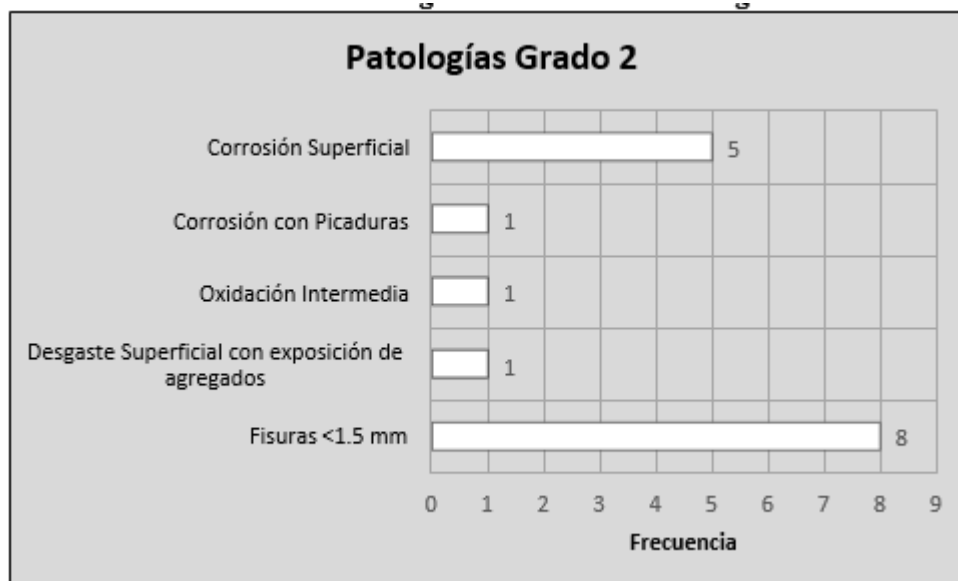
5.1.5. FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS

Ilustración 19: Diagrama de Barras Patología Grado 1



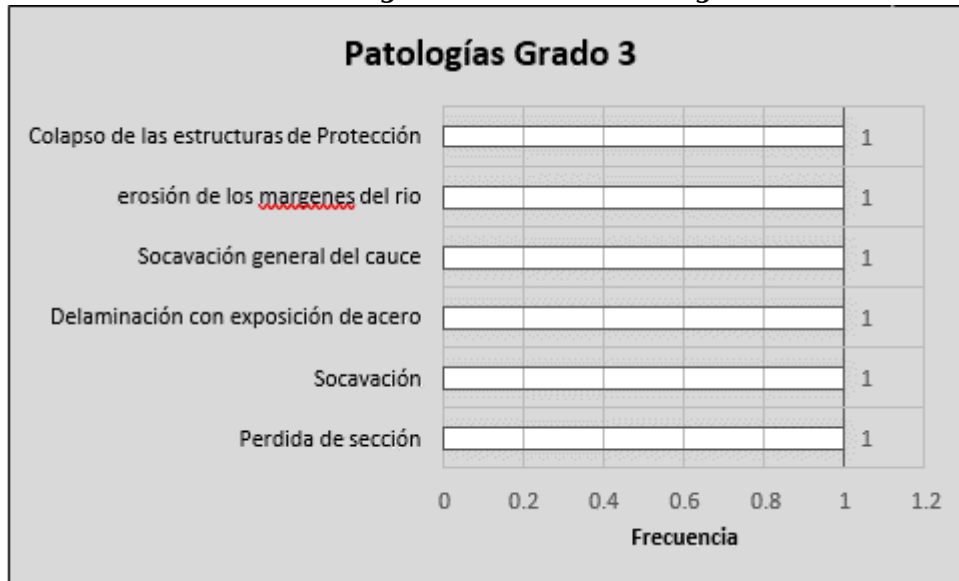
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 20: Diagrama de Barras Patología Grado 1



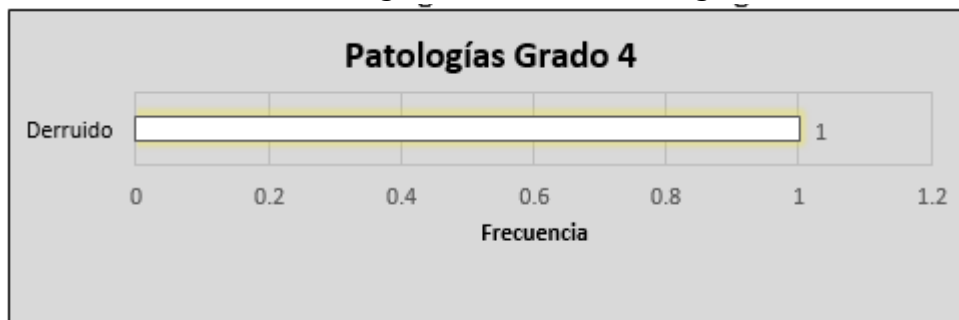
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 21: Diagrama de Barras Patología Grado 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 22: Diagrama de Barras Patología Grado 4



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente apartado se analizarán los resultados obtenidos de las patologías de los elementos estructurales que conforman el Puente Colombia los cuales son:

Tabla 18: Resumen de Elementos del Puente

“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”				
Elementos		Und.	Cantidad	Código
N°	DESCRIPCIÓN			
301	Capa Asfáltica	m2	648.00	TD - 01
101	Sistema Articulado	ml	7,200.80	TD - 02
240	Elevación de Pilares Concreto Armado	und	2.00	TD – 03
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	M3	23.80	TD – 04
341	Planchas Deslizantes	ml	28.80	TD – 05
183	Péndolas de Acero	Glb	1.00	TD – 06
355	Guardavías	ml	40.00	TD – 07
401	Márgenes de Río	ml	40.00	TD – 08
134	Muro con Contrafuerte	m3	27.00	TD – 09
185	Vigas de Rigidez	ml	180.00	TD – 10
161	Vigas Transversales de Acero	ml	385.00	TD – 11
311	Veredas de Concreto	m2	162.00	TD - 12

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.1. CAPA ASFÁLTICA

El elemento TD – 01 (Capa asfáltica) de 648.00 m², tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos desgaste superficial, mientras que el 4% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras leves desgastes superficial.

Ilustración 23: Distribución de afectación en % del elemento Capa Asfáltica



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.2. LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO LONGITUDINAL)

El elemento TD – 02 (Losa de Concreto Armado – Refuerzo Longitudinal) de 460.00 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos decoloración y eflorescencia en el elemento, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm.

Ilustración 24: Distribución de afectación en % del elemento Losa de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.3. PILARES

El elemento TD – 03 (Elevación de Pilares Concreto Armado) consta de dos pilares tipo marco una en cada margen del río, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 88% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa leves fisuras < 1.5mm y el 10% se encuentra en el grado 3 donde se observa socavación lateral.

Ilustración 25: Distribución de afectación en % de los elementos Pilares

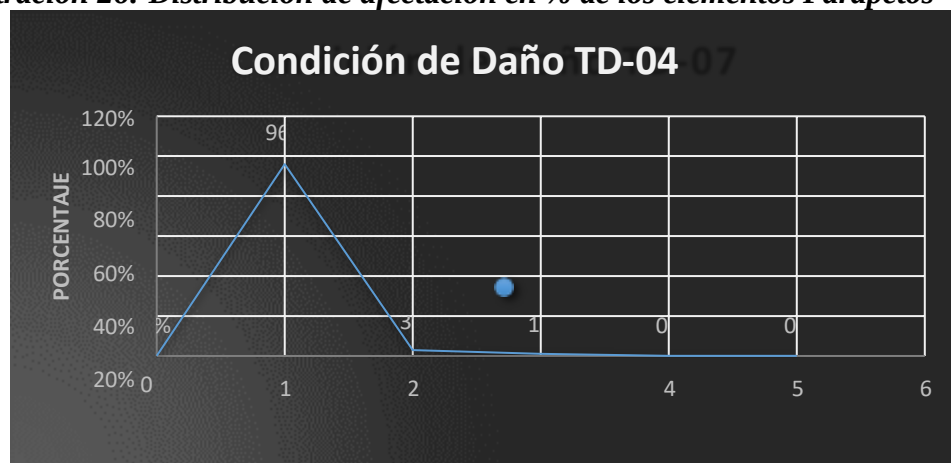


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.4. PARAPETO DE CONCRETO ARMADO

El elemento TD – 04 (Parapeto de Concreto Armado) de 40.00 m³, tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa leves fisuras < 1.5mm y el 1% restante se encuentra en el grado 3 con presencia de delaminación con exposición de acero.

Ilustración 26: Distribución de afectación en % de los elementos Parapetos

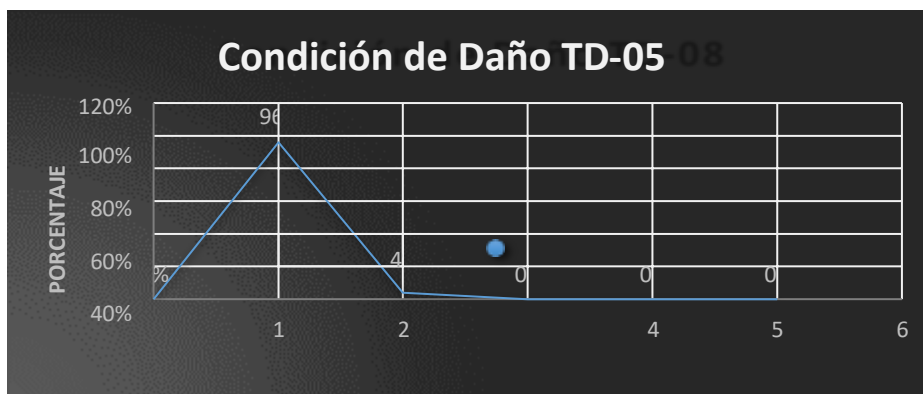


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.5. PLANCHAS DESLIZANTES

El elemento TD – 05 (Planchas Deslizantes) de 28.80 ml, tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos oxidación superficial, mientras que el 4% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión con picaduras.

Ilustración 27: Distribución de afectación en % de los elementos Planchas Deslizantes

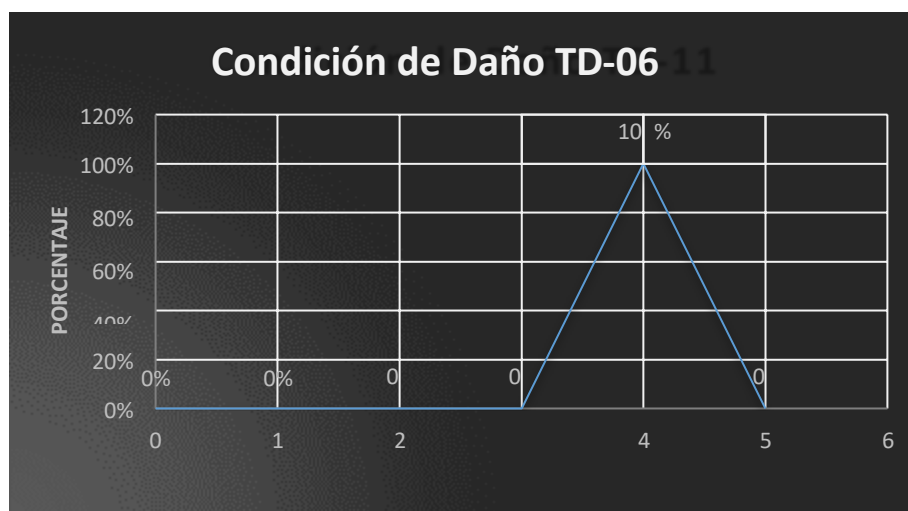


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.6. GUARDAVÍAS

El elemento TD – 06 (Guardavías), de 40 ml, tiene una afectación total de grado 4 al 100% donde es evidente que este elemento tiene que ser remplazado completamente.

Ilustración 28: Distribución de afectación en % de los elementos Guardavías

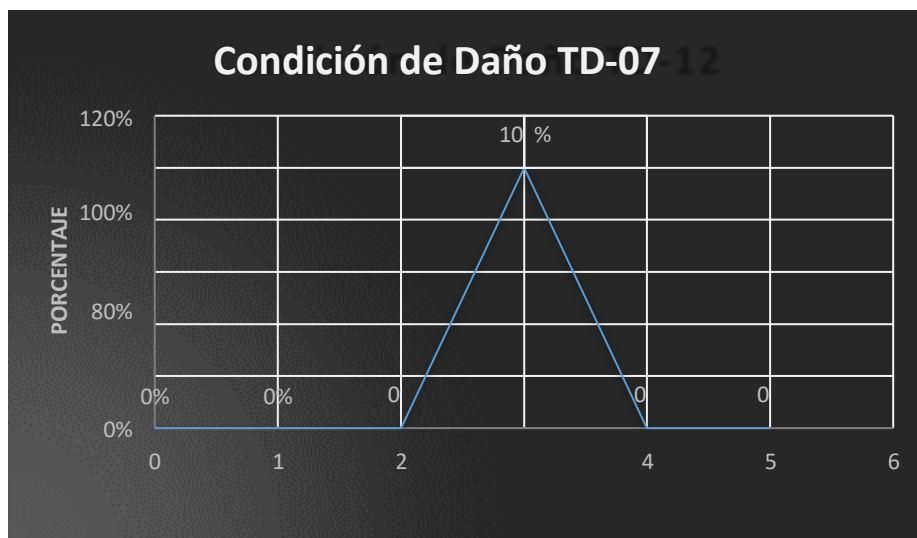


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.7. MÁRGENES DE RIO

El elemento TD – 07 (Márgenes de Río), de 40 ml, tiene una leve afectación total de grado 3 al 100% donde es evidente la pronta y necesaria intervención para resguardar la estructura del puente.

Ilustración 29: Distribución de afectación en % de los elementos Márgenes de Río

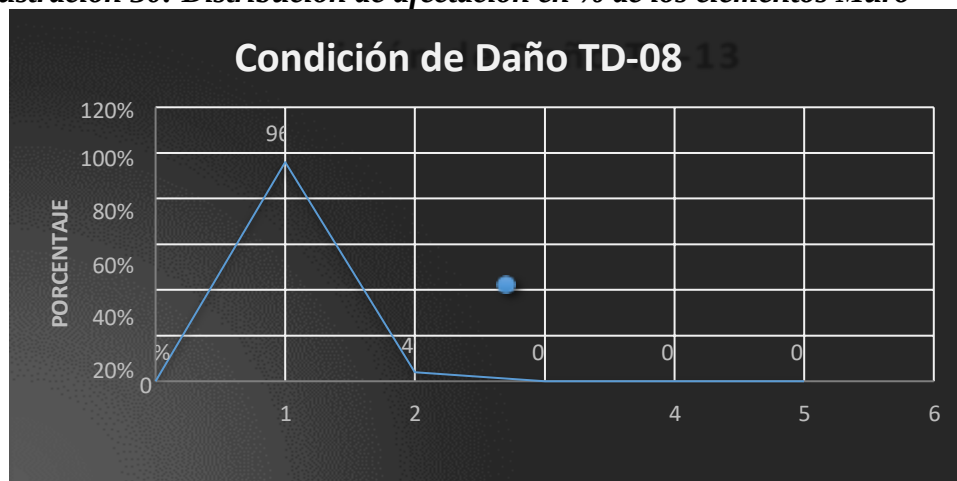


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.8. MURO CON CONTRAFUERTE

El elemento TD – 08 (Muros con Contrafuerte) de 27.00 m³, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 96% donde observamos eflorescencia y desgaste por efecto del intemperismo, mientras que el 4% se encuentra en el grado 2 donde se observa fisuras < 1.5mm.

Ilustración 30: Distribución de afectación en % de los elementos Muro

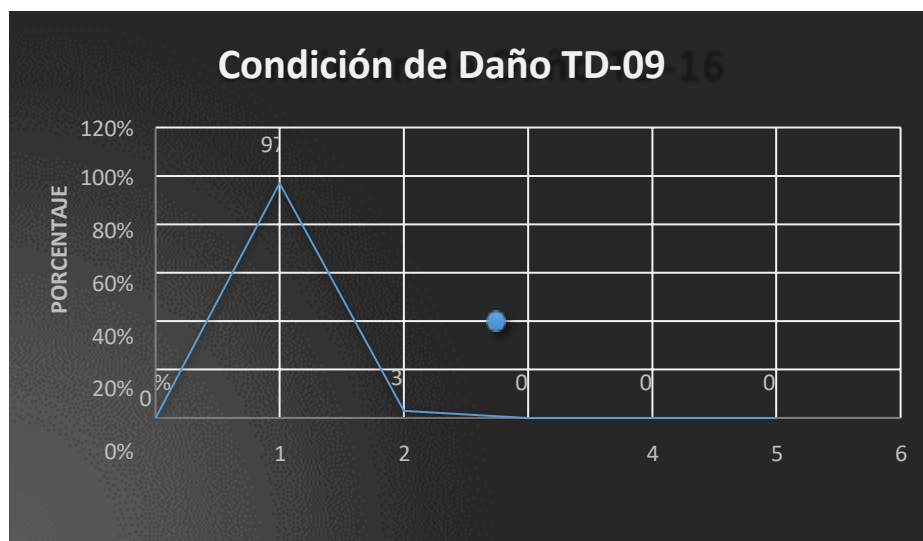


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.9. VIGAS TRANSVERSALES

El elemento TD – 09 (Vigas Transversales), tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 97% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 31: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Transversales

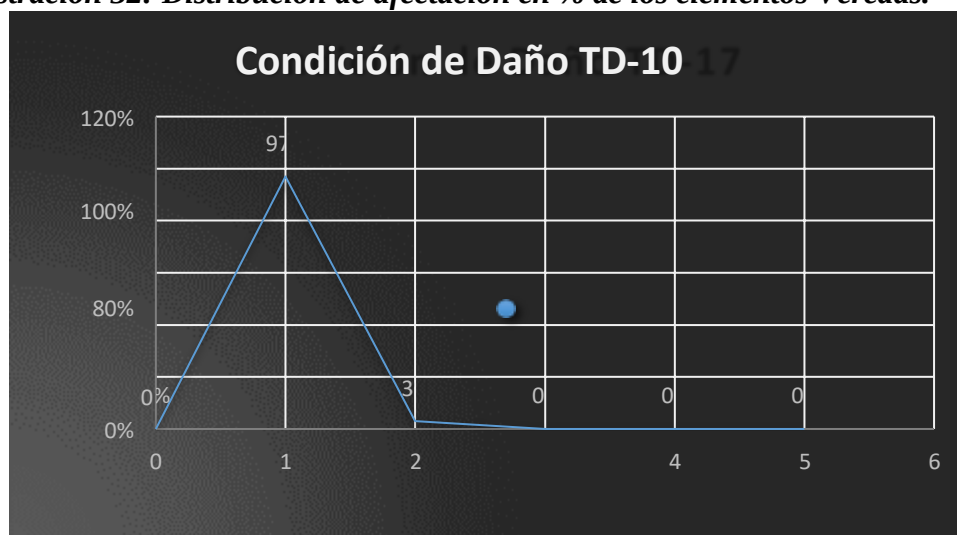


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.10. VEREDAS DE CONCRETO

El elemento TD – 10 (Veredas de Concreto), con 768.00 m², tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 94% donde observamos la falta de limpieza con respecto a la losa y desgaste pro efecto del intemperismo, mientras que el 6% se encuentra en el grado 2 donde se observa leves Fisuras <1.5 mm.

Ilustración 32: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas.



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL

PUENTE COLOMBIA

Para poder elaborar una propuesta de mantenimiento es preciso conocer las patologías encontradas en la inspección de los elementos del puente, de acuerdo a eso determinar el tipo de mantenimiento a proponer, ya sea preventivo o correctivo.

6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en las estructuras o elementos del puente, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque la estructura o elemento no haya dado ningún síntoma de tener un problema

El mantenimiento preventivo o rutinario es aquel que se realiza de manera anticipada con el fin de prevenir el surgimiento de futuras fallas en las estructuras.

El mantenimiento preventivo se realiza cuando los elementos o estructuras del puente están en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone fuera de servicio a aquellos elementos que dejaron de funcionar o están dañados.

6.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en las estructuras o elementos del puente, es aquel que corrige los defectos observados, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar fallas o defectos para corregirlos o repararlos.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o colapso de las estructuras o elementos del puente que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas,

pues puede implicar el cambio, reforzamiento o reemplazo del elemento o estructura del puente en caso de ser necesario.

BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Evitar fallas graves y reparaciones costosas
- Reducir tiempos muertos por paros en reparaciones
- Alargar la vida útil de las estructuras o elementos del puente
- Mejorar las condiciones de tránsito
- Disminuir costos del mantenimiento
- Optimizar los recursos (mano de obra, servicios, etc)

6.3 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Tabla 19: Presupuesto para propuesta de Mantenimiento del Puente Colombia

PART.	DESCRIPCION	UNID	METRADO	P. UNITARIO	P. PARCIAL	TOTAL
1.0	MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
1.1.3	ELEMENTOS					624,698.45
1.1.3.1	Capa de asfalto (reposición)	M2	648.00	265.20	171,849.60	
1.1.3.2	Pilares de concreto armado (resane y reposición parcial)	Und.	2.00	5,500.75	11,001.50	
1.1.3.3	Viga principal longitudinal de acero (limpieza y pintura)	M2	458.00	256.70	117,568.60	
1.1.3.4	Parapeto de concreto armado (limpieza, resane e impermeabilización)	ML	40.00	1,852.24	74,089.60	
1.1.3.5	Planchas deslizantes (limpieza, resane y revestimiento)	ML	28.00	1,200.65	33,618.20	
1.1.3.6	Guardavías (renovación)	ML	40.00	485.90	19,436.00	
1.1.3.7	Márgenes del río (obras de protección simple)	ML	40.00	436.26	17,450.40	
1.1.3.8	Muro con contrafuerte (limpieza e impermeabilización)	M3	27.00	2,500.40	67,510.80	
1.1.3.9	Vigas transversales (limpieza y aplicación de pintura)	ML	385.00	252.27	97,123.95	
1.1.3.10	Veredas de concreto (limpieza y resane)	M2	162.00	92.90	15,049.80	

COSTO DIRECTO	624,698.45
GASTOS GENERALES (10%)	62,469.45
<u>UTILIDAD (10%)</u>	<u>476,009.18</u>
SUB TOTAL	749,638.14
<u>IGV (18%)</u>	<u>134,934.87</u>
COSTO TOTAL	884,573.01
<u>SUPERVISION (4%)</u>	<u>35,382.92</u>
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO	919,955.93

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES:

1. Según los resultados obtenidos a partir de las inspecciones y el procesamiento de los datos y determinando el estado actual del Puente Colombia, esta tesis denominada: **“DETERMINACIÓN DE PATOLOGÍAS PARA UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE COLOMBIA, DISTRITO DE JUAN GUERRA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**, concluye con lo siguiente:

- La evaluación de patologías incide en la propuesta de mantenimiento del Puente Colombia, provincia y departamento de San Martín y cumple con las normas peruanas de inspección.
- Se ha Realizado el diagnóstico de patologías en el Puente Colombia, provincia y departamento de San Martín, en donde se pudo establecer una lista de patologías presentes en la actualidad según el grado de daño hacia el puente, qué tienen mayor incidencia y son:

La patología de mayor frecuencia identificada es el Desprendimiento de la Pintura y Presencia de sedimentos de arena y suciedad.

Tabla 20: Lista de patologías presentes en el Puente Colombia

GRADO DE DAÑO	PATOLOGÍA ENCONTRADA
1	Desprendimiento de la Pintura
	Oxidación superficial por efecto del intemperismo
	Presencia de sedimentos de arena y suciedad
	Eflorescencias
	Decoloración del concreto en pilares
2	Desgaste superficial con exposición de agregados
	Corrosión superficial del acero
	Oxidación intermedia del acero
3	Socavación de la subestructura
	Erosión del talud

Fuente: Elaboración Propia

2. Según los grados de severidad de los daños de los elementos evaluados se determinó que la condición estadística del puente es de **2.88**, es decir se encuentra en el rango de la condición **REGULAR**, donde se pudo comprobar que: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, oxidación de acero, Desprendimiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3. Se ha elaborado una propuesta de mantenimiento del puente Colombia, provincia y departamento de San Martín, teniendo en cuenta las patologías encontradas y el daño causado por estas. Se ha propuesto una lista de actividades a desarrollar al fin de contrarrestar el daño causado, sin embargo, se deja en claro que la presente propuesta puede sufrir modificaciones en cuanto a la manera de intervención y los insumos y materiales a emplear, todo a su vez que la entidad encargada del mantenimiento preventivo y correctivo deberá verificar y hacer un propio diagnóstico, tal que el presente estudio sirva como antecedente.
4. Los Puentes en todo el Perú, son la estructura prioritaria y al mismo tiempo tienen mayor vulnerabilidad dentro de una red vial y por lo tanto, deben estar administrados por un ente que sea eficiente y dinámico para la evaluación de las necesidades de mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción y construcción.

7.2 RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda una limpieza general de todos los elementos del puente Colombia y tomar en cuenta las actividades propuestas para el mantenimiento preventivo y correctivo.
2. Se recomienda elaborar otros planes a aplicarse en estructuras de puentes similares en las ciudades aledañas tomando como referencia el presente trabajo, lo que permitirá alargar la vida útil de estas estructuras y garantizar el tránsito fluido en la red vial.
3. Actualmente Existe un sistema computarizado de administración de puentes (SCAP) sin embargo este se encuentra desactualizado y con poca

información, por lo tanto, se recomienda a las entidades involucradas como el Gobierno Regional de San Martín y el Instituto Vial Provincial que son entidades encargadas de garantizar el servicio de transitabilidad en la red vial de su jurisdicción. Por lo tanto, sería conveniente desarrollar de manera particular un sistema de gestión de puentes llevada a cabo mediante las tareas de inspección e inventarios previo de los puentes que comprenden su jurisdicción con la finalidad de evaluar el deterioro y la evolución de cada puente para así servir de apoyo a la toma de decisiones mediante la optimización de los recursos económicos disponibles.

4. Se recomienda a las entidades responsables de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del puente Colombia, elaborar un plan social que involucre a los vecinos ubicados en el área de influencia del puente a fin de concientizar y crear responsabilidad en la conservación y mantenimiento del puente y así tener cuidado para preservar su vida útil.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

[1] MILLÁN MARTIN MONTENEGRO SEMINARIO. Repositorio: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. Trabajo de investigación titulado: “INSPECCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PUENTE VEHICULAR SANCHEZ CERRO, UBICADO ENTRE LOS DISTRITOS PIURA Y CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, PERÚ-2019”.

[2] BRAYAN SEBASTIÁN PULIDO MORENO, Trabajo de investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LOS PUENTES PEATONALES EN LA LOCALIDAD DE USAQUÉN”, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. BOGOTA 2018.

[3] PUBLICACIÓN DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES DEL INSTITUTO MAXICANO DEL TRANSPORTES. Titulado: “ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD Y RIESGO EN PUENTES ATIRANTADOS”.

[4] FARFÁN, LUZ. Repositorio: UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHIMBOTE. Trabajo de investigación titulado: “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. PIURA”.

[5] BAZÁN, YERSON. Repositorio: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Trabajo de investigación titulado: “FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME, CELENDÍN; SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - 2014”. CAJAMARCA.

[6] SAENZ, RICHARD. Repositorio: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE. Trabajo de investigación titulado: “LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PUENTE CHILLÓN Km. 24+239. CARRETERA PANAMERICANA NORTE HABICH –

INTERCAMBIO VIAL ANCÓN, PARA POSIBLE INTERVENCIÓN PREVENTIVA - 2016". LIMA".

[7] **ARBITO, Gerardo.** Repositorio: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Trabajo de investigación titulado: "DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE OCHOA LEÓN". Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador. 2018.

[8] **PECHO, YONEL.** Repositorio: UNIVERSIDAD DE PIURA. Trabajo de investigación titulado: "IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PUENTES EN EL PERÚ - 2017". PIURA.

[9] **RODRÍGUEZ, MARLON.** Repositorio: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA. Trabajo de investigación titulado: "ESTUDIO DE PATOLOGÍA E INSPECCIÓN VISUAL DEL PUENTE UBICADO EN LA ABSCISA K12 + 990 QUE CONDUCE DESDE LA CABECERA MUNICIPAL DEL LÍBANO TOLIMA A LOS CORREGIMIENTOS DE SANTA TERESA Y SAN FERNANDO". Universidad Católica de Colombia – BOGOTÁ – 2020.

[10] **MONTENEGRO, MILLÁN.** Repositorio: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. Trabajo de investigación titulado: "INSPECCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA Y PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PUENTE VEHICULAR SANCHEZ CERRO, UBICADO ENTRE LOS DISTRITOS PIURA Y CASTILLA, PROVINCIA DE PIURA, PERÚ 2019". Universidad Nacional de Piura – Perú - 2020.

[11] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, República del Perú (MTC). GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES. Directiva N°01-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006.

[12] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, República del Perú (MTC). "GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES". Resolución Directoral 014-2019-MTC/18 del 08 de agosto del año 2019.

CAPÍTULO IX: ANEXOS

9.1 PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°01: Vista Principal del Puente Colombia del tipo Atirantado.



Foto N°02: Se aprecia la guardavía lateral - Lado derecho



Foto N°03: Se aprecia el estado actual de guardavia y vereda - Lado izquierdo



Foto N°04: Se aprecia el estado actual de guardavia y vereda - Lado derecho



Foto N°05: Se aprecia el estado actual de la junta de dilatación.



Foto N°06: Se aprecia el estado actual de la vereda - Lado izquierdo



Foto N°07: Se aprecia el estado de la vereda y vía.



Foto N°08: Se aprecia el estado de las secciones metálicas y vereda



Foto N°09: Se aprecia las secciones metálicas del puente - Lado izquierdo



Foto N°10: Se aprecia las secciones metálicas y la vereda - Lado derecho



Foto N°11: Se aprecia las secciones metálicas - Lado derecho



Foto N°12: Se aprecia las secciones metálicas y el estado de la vía - Lado derecho



Foto N°13: Se observa las secciones metálicas y vereda - Lado derecho

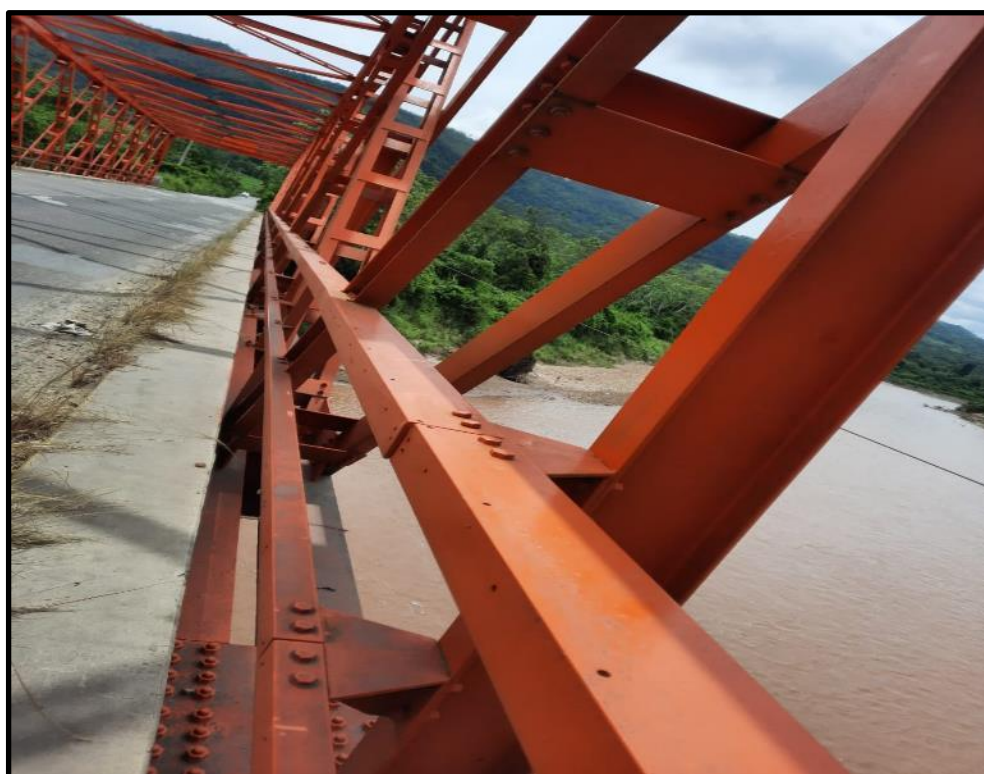


Foto N°14: Se observa las secciones metálicas y vereda - Lado derecho



Foto N°15: Se aprecia el estado actual de la vía - Carpeta de rodadura.

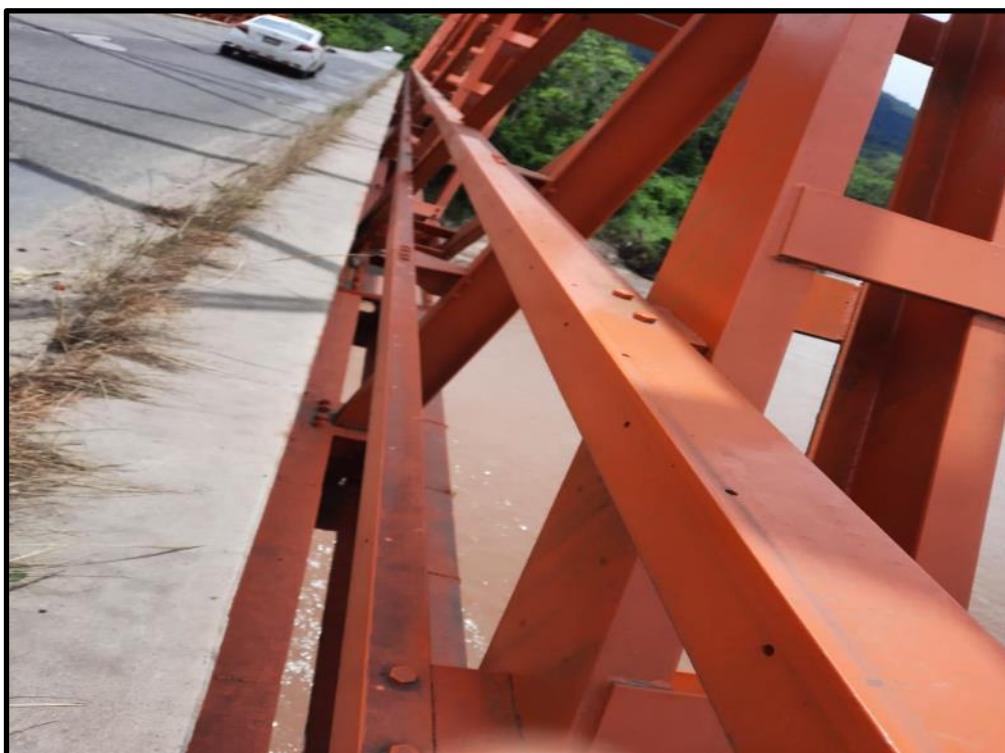


Foto N°16: Se aprecia el estado actual de la sección metálica y vereda - Lado derecho



Foto N°17: Se aprecia el estado actual de la sección metálica y vereda - Lado derecho



Foto N°18: Se aprecia el estado actual de la sección metálica - Lado derecho



Foto N°19: Se aprecia el estado actual de la sección metálica - Lado derecho



Foto N°20: Se aprecia el estado actual de la sección metálica - Lado derecho



Foto N°21: Se aprecia el estado actual de la sección metálica - Lado derecho



Foto N°22: Se aprecia el estado de la Carpeta de rodadura.



Foto N°23: Se aprecia el estado de la Carpeta de rodadura



Foto N°24: Se aprecia el estado de la Carpeta de rodadura y vereda



Foto N°25: Se aprecia el estado de la Carpeta de rodadura y vereda



Foto N°26: Se aprecia l plancha deslizante Junta de dilatación parte final del puente.



Foto N°27: Se aprecia el guardavia de concreto Lado izquierdo.



Foto N°28: Se aprecia el estado de la carpeta de rodadura y secciones metálicas



Foto N°29: Se aprecia el estado de la vereda lado izquierdo.

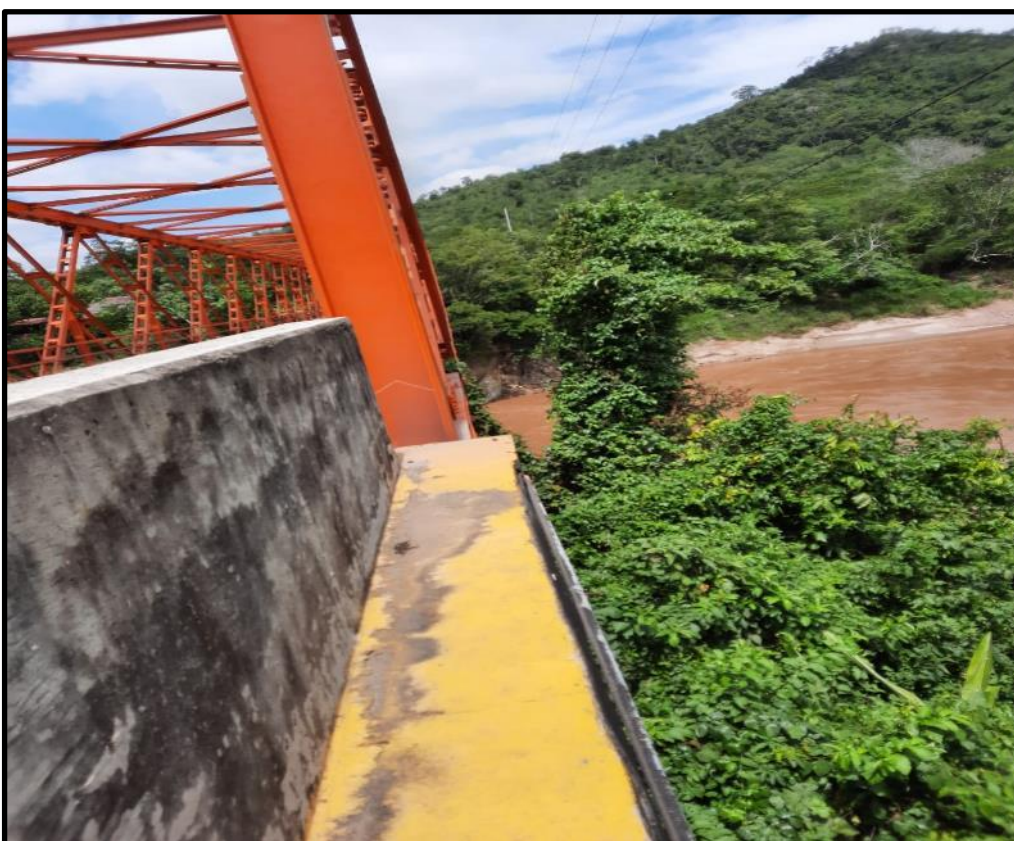


Foto N°30: Se aprecia el estado de la guardavia de concreto.



Foto N°31: Se aprecia el estado actual de los empalmes metálicos



Foto N°32: Se aprecia las vigas longitudinales y transversales metálicas



Foto N°33: Se aprecia el muro contrafuerte ingreso Tarapoto-picota.



Foto N°34: Se aprecia el muro contrafuerte final Picota - Tarapoto



Foto N°35: Se aprecia el contrafuerte sentido Tarapoto - Picota.



Foto N°36: Se aprecia los pilares del puente salida a picota.



Foto N°39: Se aprecia los pilares del puente final a picota.



Foto N°40: Se observa las secciones transversales y longitudinales metálicas



Foto N°41: Se aprecia el estado de márgenes de río.



Foto N°42: Se aprecia las Guardavías metálicas.