



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

**“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA,
PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN
MARTÍN”**

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

ASESOR:

M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA

AUTORES:

**TARIFEÑO VASQUEZ, JULIO CESAR
ODICIO MANRIQUE, GLORIA DOLORES**

TARAPOTO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis padres Manuel Tarifeño Gallardo y Dionila Díaz Millán, sé que en el reino de Dios están orgullosos de mi esfuerzo logrado, a mi esposa por su apoyo incondicional, a mis hijos, por darme la razón de seguir mejorando como padre, a mis docentes, por brindarme sus experiencias, a mis hermanos y amigos por estar siempre presente, todos ustedes han hecho posible que pueda cumplir mis metas.

Julio César Tarifeño Vásquez

La presente tesis va dedicada a mi adorada mamá Estela Mary Manrique Ruiz, por el amor, su apoyo incondicional, su sacrificio y abnegación para que nada me falte durante este proceso. A mis hermanos Morena, Julio, Rosario y a mis seres queridos que ya no están entre nosotros, a todos ellos por su apoyo y comprensión e inconmensurable.

Gloria Dolores Odicio Manrique

AGRADECIMIENTO

A mi querida madre, que en vida me brindó su apoyo sin medida con sus consejos y sus enseñanzas, por lo cual soy una persona responsable de mis acciones.

A mi padre, quien en vida me enseñó valores importantes para ser un buen profesional.

A mi esposa e hijos por hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos quienes me dieron el apoyo moral para mis estudios.

A la Universidad Científica del Perú y a sus excelentes docentes quienes me brindaron su amplia experiencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, los cuales pondré en práctica en el campo laboral.

A mi asesor por guiarme en este proceso de formulación y desarrollo de tesis, y por su esmero para culminar de manera exitosa.

A mis amigos que estuvieron en momentos difíciles y me brindaron todo su apoyo.

Julio César Tarifeño Vásquez

La realización de este trabajo de Tesis fue posible gracias a la colaboración de muchas personas, quienes, con sus valiosos aportes, sugerencias, estímulos y disposición, lograron que el mismo llegara a un feliz término. En tal sentido, agradecemos especialmente a los docentes del Programa Académico de Ing. Civil de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ, quienes dedicaron su valioso tiempo a formar estudiantes competentes y capaces de tomar decisiones.

A la vez agradezco a nuestro asesor de Tesis el Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimiento científico brindándome mucha paciencia para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, valoramos infinitamente el apoyo desinteresado de todas las personas que nos acompañaron de cerca y lejos en la concreción de la presente investigación.

Gloria Dolores Odicio Manrique

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:

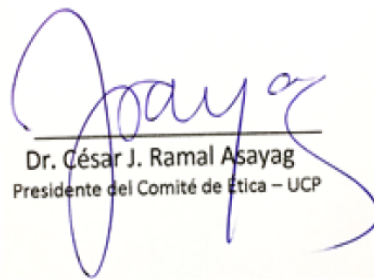
La Tesis titulada:

**"EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE
MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"**

De los alumnos: **TARIFEÑO VASQUEZ JULIO CESAR Y ODICIO MANRIQUE
GLORIA DOLORES**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó
satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje
de **5% de plagio**.

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

San Juan, 08 de Noviembre del 2021.



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

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_JULIOTARIFEÑO_GLORIAODICIO_V1 (1).pdf (D117572615)
Submitted	2021-11-05 15:53:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	5%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_LINDAGUERRERO_JULIOCORDOVA_V1.pdf Document UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_LINDAGUERRERO_JULIOCORDOVA_V1.pdf (D97365332) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		9
SA	15007--Zanabria Cardenas, Frank Monico.pdf Document 15007--Zanabria Cardenas, Frank Monico.pdf (D48365069)		1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍA CIVIL_2020_TESIS_MARÍAARROBAS_FRANKGUTIERREZ_V1.pdf Document UCP_INGENIERÍA CIVIL_2020_TESIS_MARÍAARROBAS_FRANKGUTIERREZ_V1.pdf (D75624870) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		3

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal **N° 726-2021-UCP-FCEI** del 22 de octubre del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 20 de noviembre del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"**.

Presentado por los sustentantes:

GLORIA DOLORRES ODICIO MANRIQUE y JULIO CESAR TARIFEÑO VASQUEZ

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:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE (15) QUINCE.**

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



Presidente



Miembro



Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 20 de noviembre a las 6:00 pm del 2021.



M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc.Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN	4
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES:	26
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	33
2.2. BASES TEÓRICAS.....	35
2.2.1. DEFINICIÓN DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	35
2.2.2. DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO	37
2.2.3. CAUSAS DE ALTERACIÓN DE DURABILIDAD	37
2.2.4. PROCESO PATOLÓGICO	39
2.2.5. ORIGEN DE LAS CAUSAS DE DETERIORO DE LAS OBRAS	39
2.2.6. PUENTES	40
2.2.7. COMPONENTES DE UN PUENTE.....	42
2.2.8. PATOLOGÍAS EN PUENTES.....	42
2.2.9. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	43
2.2.10. TIPO DE LESIONES EN EL CONCRETO	44
2.2.11. LESIONES FÍSICAS	44
2.2.12. LESIONES MECÁNICAS.....	45
2.2.13. LESIONES QUÍMICAS	48
2.2.14. SINTOMAS DE DAÑO ESTRUCTURAL.....	49
2.2.15. PROCESO PATOLÓGICO.....	54
2.2.16. CAUSAS.....	54
2.2.17. PRINCIPALES PATOLOGÍAS.....	55
2.2.18. Entre las principales causas se tienen:	55
2.2.19. INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO.....	56
2.2.20. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE PATOLOGÍAS EN SITU	56
2.2.21. PUENTES ATIRANTADOS	58

2.2.22. PUENTES ATIRANTADOS MODERNOS.....	60
2.2.23. SISTEMAS DE CABLES ATIRANTADOS	64
2.2.24. SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES (SGP)	65
2.2.25. INVENTARIO DE PUENTES.....	66
2.2.26. INSPECCIÓN DE PUENTES	66
2.2.27. ESTADO DE CONDICIÓN DE PUENTES	67
2.2.28. ESTANDARES, NOMRAS Y UNIDADES	67
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	69
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	72
3.1. TÍTULO.....	72
3.2. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	72
3.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	72
3.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	75
3.4.1. PROBLEMA GENERAL.....	75
3.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	76
3.5. JUSTIFICACIÓN	76
3.6. OBJETIVOS	76
3.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	76
3.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	76
3.7. HIPÓTESIS	77
3.7.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	77
3.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	77
3.8. VARIABLES	78
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	78
4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	78
4.1.1. Tipo de Investigación	78
4.1.2. Diseño de Investigación.....	78
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	78
4.2.1. Población:.....	78
4.2.2. Muestra:	79
4.2.3. Ubicación:.....	79
4.3. MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	81
4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	81
4.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	81
4.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	81

4.3.4. Procesamiento, Análisis e Interpretación de los Datos.....	82
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	83
5.1. RESULTADOS:.....	83
CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA....	117
6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	117
6.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	117
6.3. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	118
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
7.1. CONCLUSIONES:	120
7.2. RECOMENDACIONES:.....	122
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.....	123
CAPÍTULO IX: ANEXOS	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Causas de deterioro de las obras.....	39
Ilustración 2: Partes de un puente.....	41
Ilustración 3: Patología en puentes.....	43
Ilustración 4: Evaluación Estructural.....	44
Ilustración 5: Fractura en losa de pavimento.....	49
Ilustración 6: Aplastamiento en pilares.....	49
Ilustración 7: Desconchamientos losa de acercamiento.....	50
Ilustración 8: Corte de punzonadas en cimentación.....	50
Ilustración 9: Eflorescencia en pilares y plataforma del puente.....	51
Ilustración 10: Cambio de Color del concreto en pilares y plataforma.....	51
Ilustración 11: Segregación en losa armada.....	52
Ilustración 12: Cambio de color del concreto en pilares y plataforma.....	52
Ilustración 13: Deformación de la Plataforma del Puente sobre el Río Quilca.....	53
Ilustración 14: Deflexión en plataforma de puente.....	53
Ilustración 15: Proceso Patológico.....	54
Ilustración 16: Puente peatonal con soporte intermedio.....	59
Ilustración 17: Puente Albert, cruza el río Támesis, en Inglaterra.....	60
Ilustración 18: Ubicación puente Bellavista, San Martín.....	79
Ilustración 19: Vista del Puente Bellavista San Martín.....	80
Ilustración 20: Vista del ingreso al Puente Bellavista San Martín.....	80
Ilustración 21: Diagrama de Barras Patología Grado 1.....	105
Ilustración 22: Diagrama de Barras Patología Grado 1.....	105
Ilustración 23: Diagrama de Barras Patología Grado 3.....	106
Ilustración 24: Diagrama de Barras Patología Grado 4.....	106
Ilustración 25: Distribución de afectación en % del elemento Capa Asfáltica.....	108
Ilustración 26: Distribución de afectación en % del elemento Cables Principales.....	108
Ilustración 27: Distribución de afectación en % del elemento Losa de Concreto.....	109
Ilustración 28: Distribución de afectación en % de los elementos Pilares.....	109
Ilustración 29: Distribución de afectación en % de los elementos Losa de Concreto.....	110
Ilustración 30: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Principales.....	110
Ilustración 31: Distribución de afectación en % de los elementos Parapetos.....	111
Ilustración 32: Distribución de afectación en % de los elementos Planchas Deslizantes.....	111
Ilustración 33: Distribución de afectación en % de los elementos Torres de Acero.....	112
Ilustración 34: Distribución de afectación en % de los elementos Péndolas.....	113
Ilustración 35: Distribución de afectación en % de los elementos Guardavías.....	113
Ilustración 36: Distribución de afectación en % de los elementos Márgenes de Río.....	114
Ilustración 37: Distribución de afectación en % de los elementos Muro.....	114
Ilustración 38: Distribución de afectación en % de los elementos Arriostres.....	115
Ilustración 39: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas de Rigidez.....	115
Ilustración 40: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Transversales.....	116
Ilustración 41: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Origen del daño	38
Tabla 2: Tabla general de lesiones patológicas a evaluar.....	58
Tabla 3: Condición del Puente Bellavista.....	83
Tabla 4: Toma de datos – Inspección de campo	83
Tabla 5: Descripción de los elementos – Inspección de Campo.....	85
Tabla 6: Capa Asfáltica – condición de campo.....	86
Tabla 7: Cables principales de acero condiciones de campo	87
Tabla 8: Losa de Concreto Armado (Longitudinal) condición de campo.....	88
Tabla 9: Elevación de Pilares de Concreto Armado – condición de campo	89
Tabla 10: Losa de Concreto Armado (Refuerzo Transversal) Condición de campo	90
Tabla 11: Parapeto de concreto armado – condiciones de campo	91
Tabla 12: Planchas Deslizantes - condición de campo	92
Tabla 13: Torres de Acero Condición de campo	93
Tabla 14: Péndolas de Acero con Sockets - condición de campo	94
Tabla 15: Guardavías - condición de campo	95
Tabla 16: Márgenes de Rio - condición de campo	96
Tabla 17: Muro con Contrafuerte Condición de campo	97
Tabla 18: Vigas Transversales de Acero - condición de campo	98
Tabla 19: Veredas de Concreto - condición de campo.....	99
Tabla 20: Cámaras de Anclaje	100
Tabla 21: Condición General del Elemento Evaluado y Condición Estadística del Puente	101
Tabla 22: Patologías encontradas en los elementos según grado de severidad.....	103
Tabla 23: Resumen de Elementos del Puente.....	107
Tabla 24: Presupuesto para propuesta de Mantenimiento del Puente Bellavista.....	118
Tabla 25: Lista de patologías presentes en el Puente Bellavista	120

RESUMEN

La presente investigación titulada Evaluación patológica y su influencia en una propuesta de mantenimiento del puente Bellavista, es una investigación de tipo descriptiva propositiva que tiene como objetivo evaluar las patologías del concreto, esta investigación tuvo como muestra a todas las estructuras de concreto.

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 de este.

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.

Se ha utilizado la Directiva N°01-2006-MTC/14 “GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES” Aprobado por la Resolución Directoral N°012-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006, en conjunto con la “GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES” Aprobado por la Resolución Directoral 014-2019-MTC/18 del 08 de agosto del año 2019.

El objetivo es desarrollar la inspección visual y levantamiento de cada puente vehicular en el tramo de estudio para dar un diagnóstico y clasificación de las patologías estructurales encontradas. Esto con el fin de identificar posibles causas de las patologías además de una clasificación por tipo de daño (físico, químico y

mecánico), identificar las patologías por nivel de importancia y calificar los puentes en un nivel de gravedad para la jerarquización de su intervención.

El trabajo de grado está comprendido 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. Seguido a esto se consideran tres capítulos donde se muestran los datos recopilados, los resultados obtenidos y las conclusiones a las que se llega luego de analizar toda la información.

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 de las comunicaciones terrestres. En el punto de vista de los autores se debería llevar un control del estado del puente Bellavista 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.

Palabras claves: Patologías, propuesta de mantenimiento de puentes.

ABSTRACT

The present investigation entitled Pathological evaluation and its influence on a maintenance proposal for the Bellavista bridge, is a descriptive and propositional investigation that aims to evaluate the pathologies of concrete, this investigation had as a sample all concrete structures.

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

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

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

Directive N ° 01-2006-MTC / 14 "GUIDE FOR BRIDGE INSPECTION" has been used. Approved by Directorial Resolution N ° 012-2006-MTC / 14 of March 14, 2006, together with the "GUIDE TO BRIDGE INSPECTION" Approved by Directorial Resolution 014-2019-MTC / 18 of August 08, 2019.

The objective is to develop the visual inspection and lifting of each vehicular bridge in the study section to give a diagnosis and classification of the structural pathologies found. This to identify possible causes of the pathologies in addition to a classification by type of damage (physical, chemical and mechanical), identify the pathologies by level of importance and qualify the bridges in a level of severity for the hierarchy of their intervention.

The degree work 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 research, methodology, processes, and development of the visual inspection for bridges are carried out. Following this, three chapters are considered where the data collected, the results obtained, and the conclusions reached after analyzing all the information are considered.

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

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

El objetivo general es determinar y evaluar las patologías existentes del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Bellavista de la provincia de Bellavista y departamento de San Martín. 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 que realizar será netamente de tipo Descriptivo y Visual. En tal sentido el presente trabajo se desarrollará aplicando la Guía de Inspección del MTC – 2008, para obtener el nivel de severidad de las Vigas principales, diafragmas, barandas, vereda, tablero, capa de rodadura, pilares, estribos y cimientos, etc.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

❖ 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 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 por 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 Basabilbaso 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 despostillamiento 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 con parámetros de calidad, sino también por un programa de mantención estructural.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES:

❖ 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 con el 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 esta.

- 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., Efrén) (2016)⁴, 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 viga losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.”. Tiene como problema de investigación: ¿En qué medida la Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente?

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%, Pérdida de Pintura 60%, Corrosión Superficial 10%)
- **Péndolas de Acero con Socket** (Oxidación Superficial 40%, Pérdida 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 límite 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 con el 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.

Fuente: Eduardo Vidaud

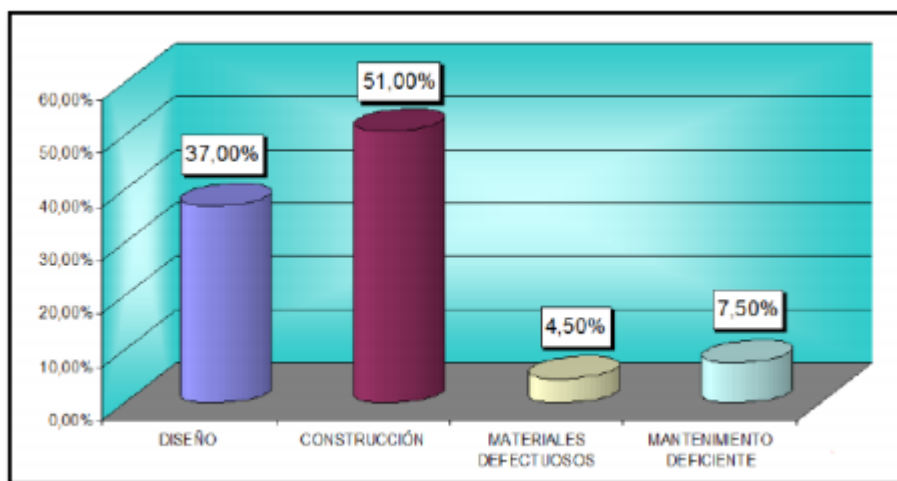
2.2.4. PROCESO PATOLÓGICO

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 con la Norma EN-1504 y su aplicación debe realizarse de acuerdo con 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

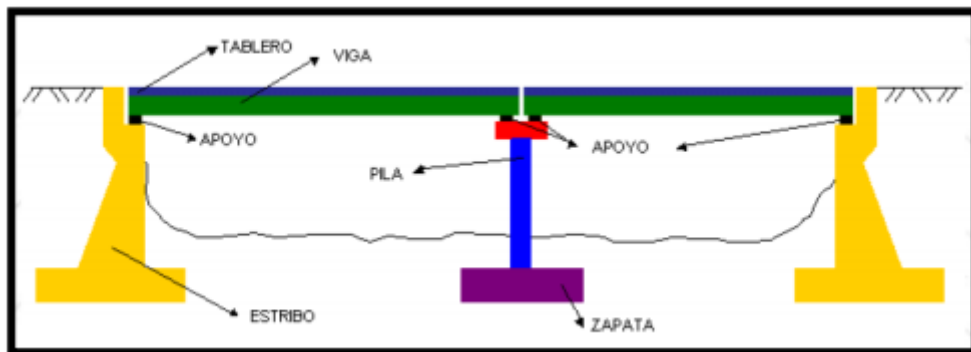
(Aranís, 2006). Los puentes son unas estructuras que permiten la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural o artificial, la vía puede ser natural clásicamente un río o quebrada, lago o mar el obstáculo artificial puede ser una carretera, calle o avenida u otra construcción hecha por un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

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

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

2.2.7. 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:

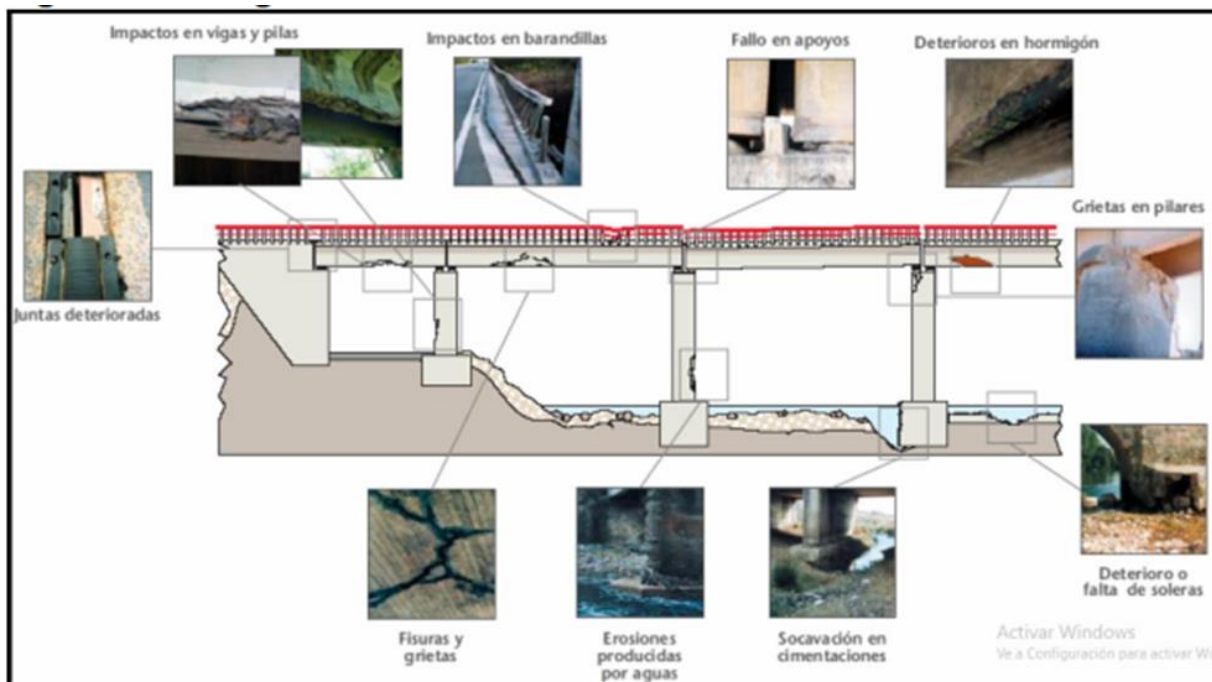
- Tablero
- Vigas longitudinales y transversales
- Apoyo
- Aceras y pasamanos
- Capa de rodadura
- Otras instalaciones

2.2.8. PATOLOGÍAS EN PUENTES

(Casas O,)²⁵ 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 construidos.

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



2.2.9. 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



2.2.10. 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 de la “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.

2.2.11. 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.

2.2.12. 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

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

- Erosión por abrasión

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

(Sánchez de G. 2011) 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 con el 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 (figura 24), son causadas por el exceso de carga en el elemento, que le origina una cierta flexión. Al quitar la carga, generalmente desaparecen. Inicialmente aparecen en la parte inferior de las vigas, luego evolucionan casi verticalmente y cuando llegan al centro de la viga, se curvean. Evolucionan con lentitud. Generalmente aparecen varias y juntas entre sí.

- Grietas 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.

2.2.13. 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.

2.2.14. 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/articulos-técnicos-mortero-de-reparación-de-hormigón

- **Deformaciones**

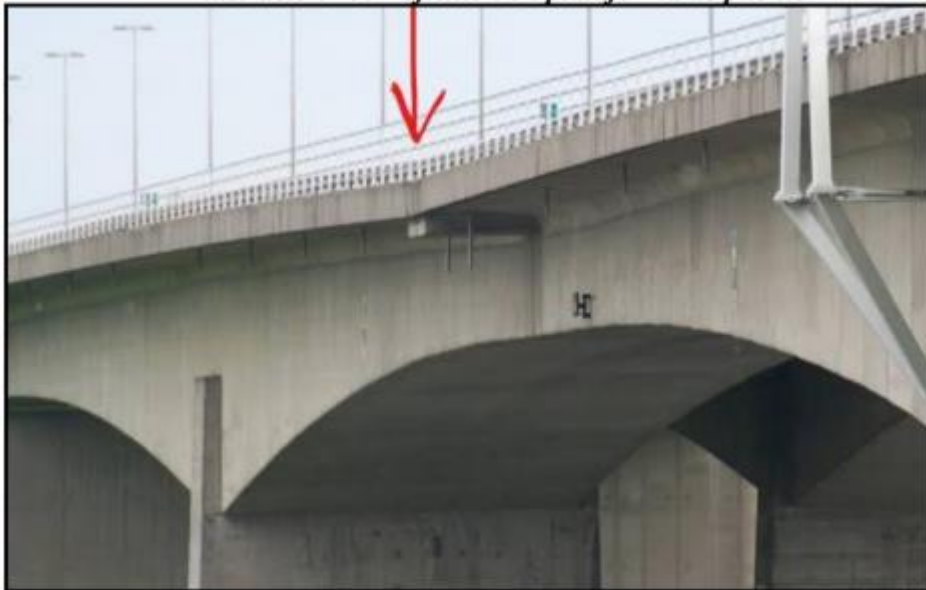
Ilustración 13: Deformación de la Plataforma del Puente sobre el Rio Quilca



Fuente: ejercitoydesarrollo.blogspot.com

- **Deflexiones**

Ilustración 14: Deflexión en plataforma de puente



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

2.2.15. 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



2.2.16. 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 de 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).

2.2.17. 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.

2.2.18. 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

2.2.19. INSPECCIÓN VISUAL DE PATOLOGÍAS DEL CONCRETO

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

2.2.20. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE PATOLOGÍAS “IN 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:

1. Observación en campo



- Detectar lesiones.
- Identificar la lesión.
- Independizar lesiones y procesos distintos.

2. Toma de datos



- Identificación de la lesión.
- Constructivos, relativos a los materiales o elementos afectados por la lesión.
- Ambientales, según la situación del edificio y la localización de la lesión en él.

4. Análisis del proceso y diagnóstico.



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

3. Propuesta de Actuación.



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

Tabla 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

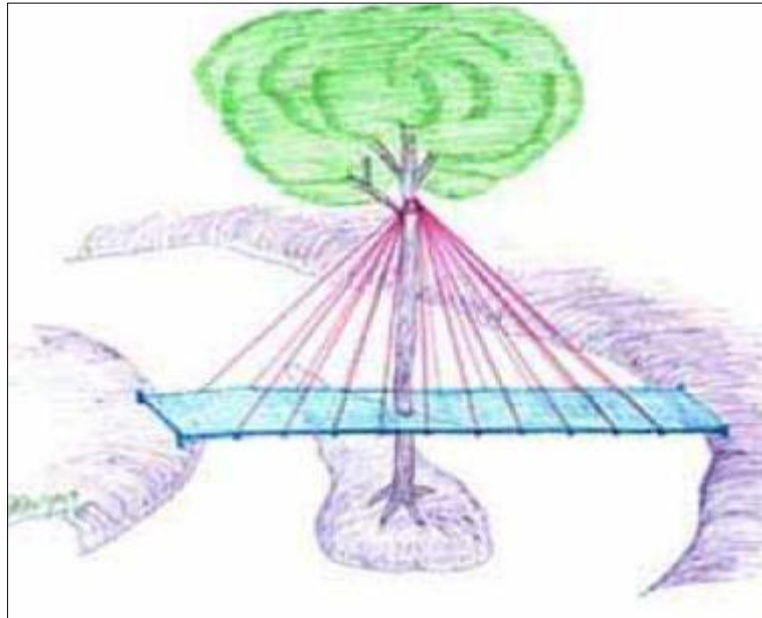
2.2.21. PUENTES ATIRANTADOS

El concepto de proporcionar soportes intermedios a una viga, mediante una atadura inclinada, colgada de una torre o mástil, se utiliza desde tiempos ancestrales. Los egipcios, por ejemplo, construyeron veleros aplicando esta idea; y también en el lejano oriente, los ríos eran atravesados por puentes de bambú, apoyados por parras sujetas a los árboles que se encontraban en las orillas (ver figura).

En el año de 1617, Faustus Verantius, de Venecia, diseñó una cubierta de madera atirantada por varias barras inclinadas atadas a torres de albañilería y en 1784 Emmanuel Loscher, un carpintero alemán, construyó en Freiburg un puente de madera de 32m de largo, reforzado por tirantes de madera atada a una torre también de madera.

En 1817, los ingenieros británicos Redpath y Brown, construyeron en las praderas del rey, un puente peatonal de 33.6m de longitud, usando cables inclinados para soportar las vigas longitudinales enrejadas en los extremos terceros de sus tramos desde lo alto de dos torres.

Ilustración 16: Puente peatonal con soporte intermedio



Posteriormente, en varias partes de Europa fueron construidos algunos puentes con barras de hierro forjado, cadenas, cables o incluso madera, todos con tirantes resistiendo pisos de metal o de madera desde las torres; pero muchos de ellos se colapsaron por los fuertes vientos, ya que estos puentes no podían ser atirantados durante su construcción, y estructuralmente comenzaban a ser eficaces después de que la plataforma ya había sufrido una considerable deflexión.

Los cables atirantados fueron exitosamente adoptados en los Estados Unidos, por John Roebling, para proporcionar decisivamente la rigidez extra, y la estabilidad dinámica requerida en sus grandes puentes colgantes; el primero de ellos fue el Trunk, que atraviesa el Niágara, abierto en 1885; luego el puente de Ohio en Cincinnati, inaugurado en 1867; y el más impresionante, el puente de Brooklyn, en Nueva York, puesto en circulación en 1883. El puente Franz Joseph, en Praga y el

puente Albert, en Londres, diseñados por Ordish se abrieron al público en 1868 y 1873, respectivamente; tienen una combinación de puente colgante y puente atirantado, donde el cable suspendido fue usado sólo para sujetar el centro de la plataforma, como se aprecia en la figura.

Ilustración 17: Puente Albert, cruza el río Támesis, en Inglaterra



2.2.22. PUENTES ATIRANTADOS MODERNOS

El primer puente moderno, soportado solamente por cables atirantados, es el Stromsund de Suecia, diseñado por Dischinger y construido por la compañía alemana Demag en 1955, con un tramo principal de 183 m y dos tramos a sus lados de 75 m, con dos planos de cables atirantados que tienen dos pares de cables radiales en forma de abanico. Se fabricaron dos placas de acero para utilizarlas en la rigidez de la viga, fuera de los dos planos de los cables.

Suponiendo la distribución de la carga estática de la plataforma entre su rigidez, el sistema estructural de cada plano de cable tuvo 10

redundancias, ocho tensiones en los cables y dos reacciones verticales, pero por simetría en la transferencia de los ejes transversales del puente, la redundancia se redujo a cuatro, la cual estuvo dentro de los parámetros del manual de cálculo numérico. Por tanto, todas las tensiones en los cables y las deflexiones de la rigidez de la plataforma se calcularon con precisión en cada etapa de la construcción.

Los puentes construidos en el río Rhin, demandaron extensiones mayores a los 250 m, pero la confianza en los puentes de tipo atirantado y un desarrollo paralelo del sistema de plataforma de acero ortotrópica, que minimiza el peso de la plataforma, permitió la construcción de una serie de puentes económicos y visualmente estéticos en Alemania, después de la Segunda Guerra Mundial. El puente Theodor Heuss cruza el río Rhin en Dusseldorf, abierto en 1957, tuvo extensiones: 108-260-108 m con tres series de cables paralelos en cada torre, en cada dirección en dos planos de cables, fijado en tres puntos en lo alto de la torre, lo que hoy se denomina la configuración de “arpa”. El sistema de rigidez consistió en dos vigas a lo largo de los planos de los cables; su rigidez torsional afectó la distribución transversal de la plataforma entre los planos de los cables, doblando así la redundancia estructural. Un análisis preciso de este sistema indica que estuvo por encima de las capacidades de los análisis manuales de esa época; por lo tanto, se hicieron aproximaciones. El arreglo de los cables en forma de arpa fue teóricamente menos eficiente que el de abanico, ya que las inclinaciones eran menos pronunciadas.

El siguiente puente atirantado fue el Severins que cruza el Rhin en la ciudad de Colonia; abierto en 1960 fue famoso por su torre en forma de A sobre un banco, a través del cual se construyeron dos extensiones desiguales flotantes de 302 m y 151 m, con tres pares de cables conectado en el ápice de la torre en ambos lados y arreglados en forma

de abanico a lo largo de dos planos de cables inclinados, soportando dos plataformas rígidas. Una singular torre en forma de “A” con cables fuera de su ápice para resistir los bordes de dos claros asimétricos; este puente fue un logro tanto de ingeniería como arquitectónico.

El tercer puente atirantado construido en Alemania atraviesa el río Elba en Hamburgo; entró en servicio en 1962, introdujo el concepto de un plano único de cables, que soportaba una viga rígida con fuerte torsión en toda la longitud del eje del puente, sosteniendo en ambos lados una plataforma en voladizo, cuyos bordes externos tenían rigidez a través de dos vigas longitudinales.

La innovación de los cables en un plano único fue, no obstante, opacado por la extensión de la parte superior de las dos torres para doblar su altura arriba de la conexión de los cables, exclusivamente por cuestiones estéticas. Otra peculiaridad de este puente fue el regreso al arreglo de los cables en forma de abanico en cada lado de las torres; dos cables anclados a dos alturas diferentes sostenían la plataforma en el mismo punto, dando la impresión de que los tirantes estaban diseñados para apoyar las torres más que la plataforma. El puente Leverkusen, inaugurado en 1964, que también cruza el río Rhin, tiene dos cables atirantados en cada lado de las dos torres con un arreglo en forma de arpa, para sostener tres claros de 106-280-106 m; su innovación fue que cada tirante consistía en dos cables. El siguiente adelanto en los puentes atirantados lo dio después de los años sesenta un sistema con forma de múltiples tirantes, por medio del cual un gran número de cables con diámetros pequeños fueron atados a las torres a diferentes alturas, en forma de arpa o de abanico o en forma mixta, para absorber la rigidez de la viga en pequeños intervalos.

El análisis estructural fue posible gracias a las computadoras. Este desarrollo simplificó tanto la construcción de los cables atirantados, que pudieron ser filamentos delgados, como las conexiones en sus extremos. Esto redujo el tamaño de la rigidez de la viga y llegó a ser un

miembro a compresión para resistir la componente horizontal de las tensiones en los tirantes.

Los criterios de diseño de la rigidez de la viga fueron su resistencia a la deflexión en los planos horizontal y vertical, y su deflexión local, bajo cargas vivas, como una viga con soportes elásticos espaciados. El puente Friedrich Ebert, en Bonn, Alemania; cruza el río Rhin, es el primero construido con múltiples cables; fue diseñado por Homberg y se terminó en 1967; tiene tres tramos de 120-280-120 m y está sostenido por 80 cables atirantados en ambos lados de las torres en un plano singular; la rigidez de la viga tuvo resistencia a la torsión en toda la extensión del puente.

En 1974, en Hamburgo se concluyó el puente Kohlbrand con un tramo de 325 m, y con dos torres en forma de "A", en cuyas partes superiores se anclaron los respectivos cables en dos planos inclinados, con forma de arpa modificada, conocida también como semi-arpa.

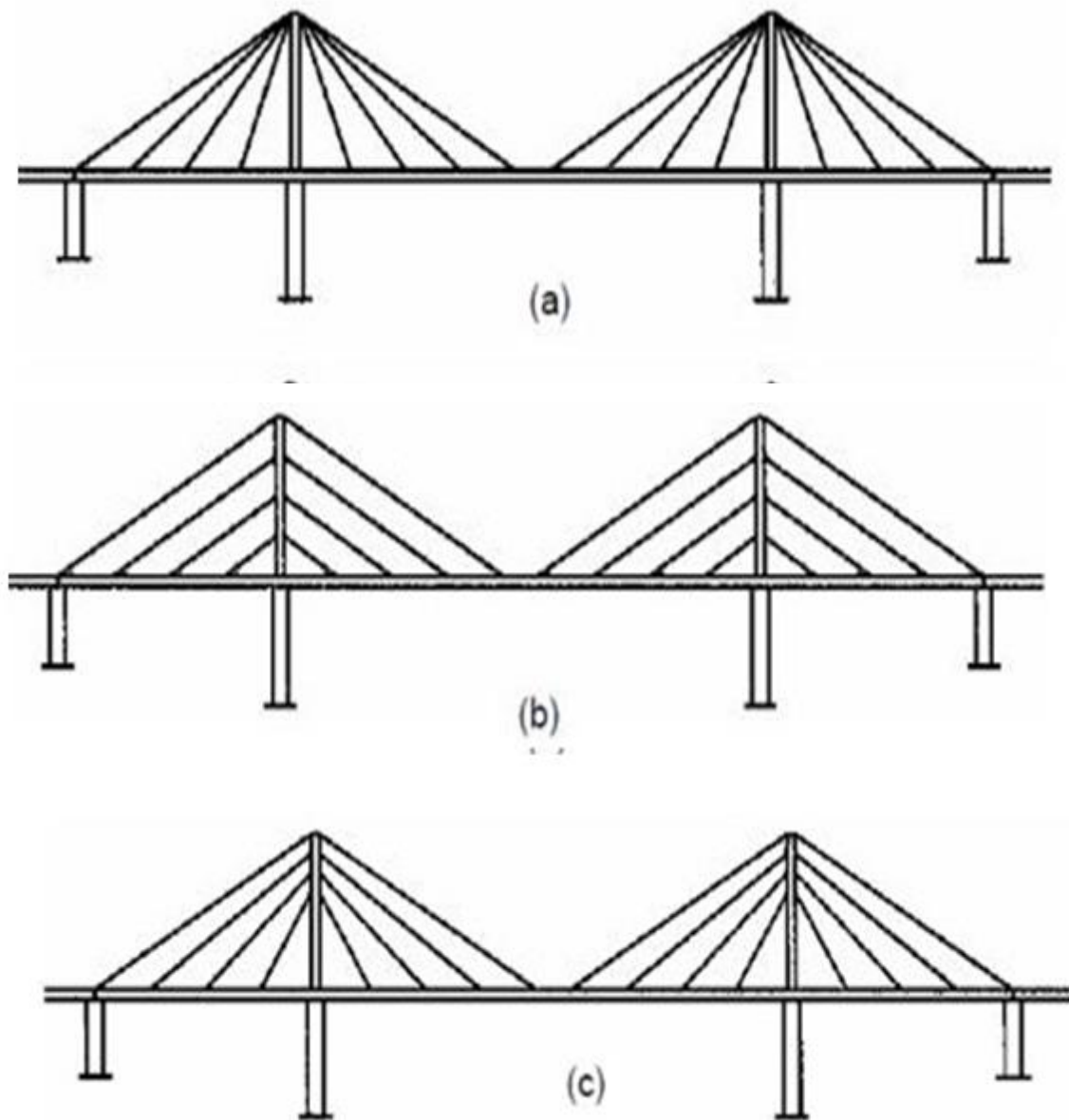
Los puentes atirantados, prácticamente han suplantado todas las otras formas de puentes para tramos entre 200 y 500 m; las ventajas que los puentes atirantados tienen con respecto a los colgantes de la misma longitud son que no requieren anclajes tan sólidos, y que su construcción es simple; tienen además mayor rigidez que el puente colgante de por vida, y por cargas de viento. Los puentes atirantados de múltiples cables quizá no tengan la simplicidad de los que son sostenidos por uno o dos tirantes, o tal vez carezcan de la elegancia clásica de los puentes colgantes, pero su perfil de una plataforma delgada sostenida por delgados cables en un patrón lineal desde una o dos torres altas, resulta una atracción muy llamativa. La estabilidad aerodinámica de los puentes completados o sin completar durante su construcción, es un importante tema para los de diseño atirantado, y su aspecto solamente puede ser investigado en pruebas de túneles de viento.

La forma estructural básica de este tipo de puentes es una serie de triángulos interpuestos que comprimen a la torre, a los cables, y a la plataforma. Todos estos miembros del triángulo están predominantemente bajo fuerzas axiales: los cables a tensión; mientras que la torre y la plataforma están sujetos a la compresión. Los miembros cargados axialmente, por lo general son más eficientes que los miembros flexionados. Esto contribuye a la economía de un puente atirantado.

2.2.23. SISTEMAS DE CABLES ATIRANTADOS

Los cables en los puentes atirantados pueden ser combinados en alguna de las siguientes tres formas principales (Ilustración 9):

1. En sistema de abanico, “fan”: los cables están anclados en lo más alto de las torres, desde un mismo punto, lo que implica problemas en los detalles de las anclas.
2. El sistema de arpa, “harp”: los cables se diseñan de manera paralela; los componentes horizontales de la tensión en los cables que soportan la viga, cerca de la torre son más grandes que aquellos que se utilizan en el sistema de abanico. Con este sistema, las torres deben ser más altas disponer de una mayor inclinación, lo que incrementa la rigidez del sistema. Estéticamente, el sistema de arpa se considera como el más agradable a la vista.
3. Sistema de semi-arpa, “semi-harp”: Para evitar el problema del amontonamiento de los anclajes de los tirantes en el ápice de la torre, estos están espaciados a distancias convenientes en la parte superior de la torre, sin que se llegue a un arreglo paralelo.



2.2.24. SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES (SGP)

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

implementados, se plantean como herramientas cada vez más desarrolladas como resultado de la evolución de las computadoras y su capacidad de procesamiento. Generalmente presentan una estructura modular, con una serie de elementos comunes, que forman los siguientes módulos básicos:

2.2.25. INVENTARIO DE PUENTES

Cañamares, J (34) expone que un inventario es el punto de partida de todo SGP, sustentación y base del resto de fases y procesos que nutren al sistema, y garantizan la optimización de prioridades. Históricamente, como se comenta en anteriores apartados, ha sido el germen de los actuales SGP, promovidos en países con un nivel de desarrollo considerable, en los cuales la preocupación por las labores de conservación, mantenimiento y explotación han ido ganando terreno a la dedicación plena que en otros países en vías de desarrollo y emergentes, se centra en la obra de nueva construcción. No se comprende, por tanto, la gestión de un conjunto de puentes de la red sin tener el adecuado conocimiento del patrimonio que debemos gestionar, definiendo inicialmente que puentes forman parte de los activos de la red. De manera general, todos los sistemas recogen un número mínimo de datos que caracterizan la estructura de manera formal, más o menos sistematizada, con la ayuda de herramientas informáticas y medios auxiliares cada vez más sofisticados, aunque en esencia, se trata de refleja.

2.2.26. 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.

2.2.27. 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.

2.2.28. ESTANDARES, NORMAS 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) Directiva N°01-2016-MTC/14 “Guía para inspección de Puentes Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2006).

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.

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 transpirabilidad, a fin de que el transporte se efectúe en forma eficiente y seguro.

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.

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

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

PUENTES ATIRANTADOS

El concepto de proporcionar soportes intermedios a una viga, mediante una atadura inclinada, colgada de una torre o mástil, se utiliza desde tiempos ancestrales.

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.

CONCRETO

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

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.

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.

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.

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.

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).

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.

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

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.

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.

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).

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. TÍTULO

“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”

3.2. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Área:

Evaluación

Línea:

Puentes

3.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos veinte años el término “durabilidad” se ha estado escuchando con más frecuencia en la rama de la ingeniería civil. Países industrializados como los EEUU y algunos en Europa (España, Francia, Gran Bretaña, etc.), al igual que Japón, han tomado a la durabilidad como un tema de gran

importancia, invirtiendo sumas millonarias en estudios de investigación para proteger sus construcciones.

En los últimos años, se han caído algunos puentes en el ámbito internacional, como es el caso de Colombia, Estados Unidos en la Florida y otros más, y no precisamente en la etapa post construcción (operación y mantenimiento), sino en la etapa de ejecución, lo que ha originado que se replanteen las formas de diseño y seguimiento constructivo ya que son estructuras importantes y de buen costo para los estados.

El aspecto de la durabilidad de las estructuras de puentes también se analiza paralelamente, mejorando los procesos de inspección de las estructuras y planteando las acciones correctivas que ameritan dichos proyectos a fin de mantener la Transitabilidad deseada.

En el ámbito nacional, también han existido algunos colapsos o caídas de puentes, que han puesto en tela de juicio la acción permanente de los entes competentes del gobierno, en lo que respecta a la etapa de operación y mantenimiento, por lo que se han tomado algunas acciones como por ejemplo para el desarrollo del ESTUDIO GENERAL DE PUENTES con el fin de tener un programa global de acciones para puentes, así como el establecimiento de un Sistema de Administración de Puentes (SCAP), lo cual hasta la fecha no se cuenta con un sistema de gestión en desarrollo, el cual limita el desempeño y la durabilidad de las estructuras en el conjunto de puentes a lo largo de la Red vial Nacional.

El estado peruano también está ingresando a una etapa de mantenimiento de redes viales por niveles de servicio, lo que ha originado la inyección de importantes sumas de dinero de gasto corriente. Por otro lado, también hay una política de estado a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, de construcción de puentes, lo que ha permitido una importante inversión de acuerdo con las metas planteadas con miras al bicentenario.

En el ámbito local, hace unos años, a través del Gobierno Regional de San Martín, se ha construido algunos puentes importantes en la Región, y dentro de ellos encontramos al puente Bellavista, ubicado en la provincia de Bellavista y departamento de San Martín, que por el paso de los años se ha visto deterioro en algunos de sus componentes, por lo que esta investigación trata de establecer una evaluación, a fin de determinar el grado de deterioro de sus elementos.

Según, (Pecho, Yonel. 2017), Las diferentes estructuras que hacen parte de una red vial, como son los puentes, ya sea nacional, regional o local, deben estar administradas por un ente que posea un proceso fácil, eficiente y dinámico para la evaluación de las necesidades de mantenimiento, rehabilitación, reconstrucción y construcción. En el mundo se ha dado importancia a los sistemas de administración de puentes por ser estas estructuras prioritarias dentro de la red vial y cada vez más países cuentan con un sistema que se ajusta a las necesidades; con el ánimo de conocer el estado de los puentes existentes en la red Nacional, el Ministerio de Transportes, comunicación, vivienda y construcción (MTC), a través del Proyecto Especial de Rehabilitación de Transporte (PERT) que efectúa con asistencia del Banco Mundial, convocó al concurso CMI 11-94-MTC/15.03 para el desarrollo del ESTUDIO GENERAL DE PUENTES con el fin de tener un programa global de acciones para puentes, así como el establecimiento de un Sistema de Administración de Puentes (SCAP), lo cual hasta la fecha no se cuenta con un sistema de gestión en desarrollo, el cual limita el desempeño y la durabilidad de las estructuras en el conjunto de puentes a lo largo de la Red vial Nacional.

Lógicamente cuando hablamos de conservación y mantenimiento tenemos que hablar también de patologías. Las situaciones que se presentan en los procesos patológicos son muy variadas y también lo son las ciencias y técnicas disponibles para estudiar las causas, medir la gravedad de los daños, establecer el diagnóstico, fijar la posible necesidad de rehabilitación y refuerzo y proyectar realizar esas operaciones.

Especialmente a la hora de definir las operaciones necesarias para devolver a la estructura su estado inicial para la que fue proyectada, es muy importante tener ciertas nociones del origen de los daños. Los costos aumentan de forma exponencial pasando de un mantenimiento meramente preventivo a un mantenimiento correctivo. Se podría evitar llegar a un caso extremo como el colapso de un puente con una reparación o refuerzo a tiempo, previo diagnóstico por un experto en estructuras, ahorrando dinero y muchas molestias a los usuarios de la infraestructura.

Existen numerosas causas por las cuales se presentan estas patologías, que, sin duda en el corto, mediano y largo plazo, estarán afectando a la superestructura e infraestructura del puente, pudiendo generar hasta el colapso de la misma.

3.4. 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, así como la exposición a entornos ambientales agresivos, como por ejemplo, los efectos de los cloruros, ya sea en un entorno marino o de sales de deshielo, reacción de álcali-sílice, carbonatación y protección anticorrosiva, lo que requiere diferentes necesidades de mantenimiento a una mayor frecuencia.

Ahora, la pregunta que se propone resolver con la investigación a realizar será la siguiente: ¿Con la inspección visual se pueden identificar las patologías que mayor afectación genera en el puente Bellavista, provincia de Bellavista, y así poder establecer la prioridad de intervención de estos?

3.4.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la evaluación de patologías y su influencia, ayuda en una propuesta de mantenimiento del Puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín?

3.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo realizaremos el diagnóstico de patologías en el Puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín?
- ¿Cómo se planteará la propuesta de mantenimiento del Puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín?

3.5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación, se realiza con el propósito de evaluar las patologías existentes en el puente Bellavista, mediante inspecciones visuales, para determinar las fallas que éstos presentan; teniendo en cuenta que este tipo de inspecciones permite facilitar el desarrollo de acciones para el mejoramiento de estas estructuras, y con esto garantizar la seguridad de las personas que los usan, pues como se ha establecido, estas estructuras son de gran importancia para el desplazamiento de las personas; lo anterior, teniendo en cuenta que la labor como ingenieros civiles, no solo se centra en el diseño y construcción de infraestructuras, sino en el poder aplicar métodos con los cuales se puedan hacer diagnósticos en pro del mejoramiento de las construcciones que conforman el inventario urbano público de las ciudades.

3.6. OBJETIVOS

3.6.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la evaluación de patologías y su influencia en una propuesta de mantenimiento del Puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

3.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diagnóstico de patologías en el Puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín.
- Plantear la propuesta de mantenimiento del Puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

- Identificar las patologías del concreto existente en los elementos estructurales del Puente Bellavista.
- Determinar los tipos de patologías que presentan las estructuras de concreto armado de los elementos estructurales del Puente Bellavista.
- Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto que se encuentra en los elementos estructurales del Puente en estudio.

3.7. HIPÓTESIS

3.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La evaluación de patologías incide en la propuesta de mantenimiento del puente Bellavista, Provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

Ho: La evaluación de patologías no inciden en la propuesta de mantenimiento del puente Bellavista, Provincia de Bellavista y departamento de San Martín

3.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Hi1: La evaluación de patologías cumple con las normas peruanas de inspección en el puente Bellavista, Provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

Ho1: La Evaluación de patologías no cumple con las normas peruanas de inspección en el puente Bellavista, Provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

Hi2: La propuesta de mantenimiento cumple con las normas peruanas en el puente Bellavista, Provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

Ho2: La propuesta de mantenimiento no cumple con las normas peruanas en el puente Bellavista, Provincia de Bellavista y departamento de San Martín.

3.8. VARIABLES

Variable Independiente

Evaluación de patologías

Variable Dependiente

Propuesta de mantenimiento del puente Bellavista.

CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. 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 Bellavista.

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 atirantado 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 Bellavista.

4.2.3. Ubicación:

Esta ubicación corresponde a las siguientes coordenadas UTM.

Altitud : 252 msnm

Latitud : -7.06694

Longitud : -76.5847

Sur : 7°4'1"

Oeste : 76°35'5"

Ilustración 18: Ubicación puente Bellavista, San Martín



Fuente: Google Maps

Ilustración 19: Vista del Puente Bellavista San Martín



Fuente: Fotografía Insitu - Propia

Ilustración 20: Vista del ingreso al Puente Bellavista 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 Bellavista, acompañado de un registro fotográfico.

En una segunda etapa se ha identificado y caracterizado las patologías encontradas en el puente Bellavista, 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 BELLAVISTA.

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, además del Manual de Inspección de puentes-2008; 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
- Torres o Pilonos
- 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
- Parapeto de Concreto Armado
- Tirantes
- 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 con las Normas Técnica 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 Bellavista, 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 Bellavista

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

“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”			
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN			
1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN			
NOMBRE DEL PUENTE	: Puente Bellavista		Dpto. Político : San Martín
TIPO DE PUENTE	: Atirantado		Dpto. Vial : San Martín
SOBRE	: Río Huallaga		Provincia : Bellavista
ALTITUD	: 252 msnm		Distrito : Bellavista
LATITUD	: - 7.06694		Poblado cercano : Bellavista
LONGITUD	: - 76.5847		Longitud del Puente : 320m
2) DATOS GENERALES			
Puente Sobre:	Rio Huallaga		Nombre: Puente Bellavista
Longitud Total (m):	320 m		Número Vías Tránsito: 2
Ancho Calzada (m):	7.20m		Sobrecarga Diseño: HS20
Ancho Vereda (m):	1.20m		Año Construcción: 2010
Alineamiento:	Recto		Fecha de inspección: Setiembre 2021

3) ELEMENTOS DEL PUENTE			
A) TABLERO DE RODADURA			
LOSA		VIGAS	
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) SUBESTRUCTURA			
ESTRIBO IZQUIERDO		ESTRIBO DERECHO	
Elevación / Tipo:	Pilares	Elevación / Tipo:	Pilares
Elevación / Material:	Concreto Armado	Elevación / Material:	Concreto Armado
Cimentación / Tipo:	Pilotes	Cimentación / Tipo:	Pilotes
Cimentación / Material:	Concreto Armado	Cimentación / Material:	Concreto Armado
C) PILARES			
PILAR 1		PILAR 2	
Elevación / Tipo:	Tipo Pórtico	Elevación / Tipo:	Tipo Pórtico
Elevación / Material:	Concreto Armado	Elevación / Material:	Concreto Armado
Cimentación / Tipo:	Pilotes	Cimentación / Tipo:	Pilotes
Cimentación / Material:	Concreto Armado	Cimentación / Material:	Concreto Armado
D) DETALLES			
BARANDAS		VEREDAS Y SARDINELES	
Tipo:	Viga de rigidez	Ancho Vereda (m):	0.60
Material:	Acero	Altura Sardinela (m):	0.15
		Material:	Concreto
APOYO 1		APOYO 2	
Tipo:	Apoyo Fijo	Tipo:	Apoyo Móvil
Material:	Acero	Material:	Acero
Ubicación:	Pilar 1	Ubicación:	Pilar 2
Número:	2	Número:	2
JUNTAS DE EXPANSION		DRENAJE DE CALZADA	
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

“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA 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 320.00m y 7.20m de ancho sostenidas 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	PILARES	Los pilares son 2 tipo pórtico de concreto armado, se ubican tanto en la margen izquierda como en la margen derecha.
6	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”.
7	VEREDAS	Las veredas son de concreto armado, tienen 1.20 m de ancho y se ubican a lo largo del puente.
8	APOYOS	Los apoyos son metálicos 2 fijos en la margen izquierda y 2 móviles en la margen derecha, ubicados sobre los pilares. Con respecto a la losa de aproximación están simplemente apoyadas en los pilares y el muro con contrafuertes en las respectivas márgenes.
9	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.
10	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

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 01</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente : Bellavista
 Tipo de Puente : Atirantado
 Provincia : Bellavista
 Distrito : Bellavista
 Año de Construcción : 2010
 Longitud Total (m) : 320 m
 Calzada (m) : 7.20 m



CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE CAPA DE ASFALTO TD 01						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Capa de Asfalto	m ²	1	320.00	7.20		2,304.00

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
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: Cables principales de acero condiciones de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 02</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva	
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE CABLES PRINCIPALES TD 02						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
CABLES PRINCIPALES	ml	64	120			7,680.00

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
180	Cables principales de acero			2	3	95	

OBSERVACIONES

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



CONDICIÓN ENCONTRADA	
CABLES PRINCIPALES	Se observa la oxidación superficial de los cables principales

Fuente: Elaboración Propia

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

“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 03

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	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	320.00	7.2	0.2	460.80

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
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

“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”
TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 04

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	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		CALIFICACION %*					
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: Losa de Concreto Armado (Refuerzo Transversal) Condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 05</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE LOSA CONCRETO ARMADO (TRANSVERSAL) TD 05						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
LOSA	m ³	2	10	7.2	0.2	28.80

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)				2	98	

OBSERVACIONES

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



CONDICIÓN ENCONTRADA	
LOSA	2% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras <1.5mm y el 98% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y decoloración.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Parapeto de concreto armado – condiciones de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUEBLO BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 07</p>

DATOS GENERALES DEL PUEBLO

Nombre del Puento	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puento	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PARAPETO DE CONCRETO ARMADO TD 07						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Parapeto Concreto Armado	ml	4	10			40.00

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
354	Parapeto de Concreto Armado			1	3	96	

OBSERVACIONES

Grado 1: Eflorescencia, Desgaste por efecto de intemperismo
Grado 2: Fisuras <1.5mm.
Grado 3: Delaminación con exposición de acero.



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Parapeto	El 1% se encuentra en grado 3 donde se observa delaminación con exposición de acero, otro 3% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras<1.5mm y el 96% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Planchas Deslizantes - condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 08</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PLANCHAS DESLIZANTES DE ACERO – TD 08						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Planchas deslizantes	ML	4	7.20			28.80

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
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 13: Torres de Acero Condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 09</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE TORRES DE ACERO TD 09						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Torre de Acero	und	2				2

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
182	Torres de Acero				10	90	

OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial, perdida de pintura
Grado 2: Corrosión Superficial



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Torres de Acero	10% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión con picaduras y el 90% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y perdida de pintura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: Péndolas de Acero con Sockets - condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 10</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE PÉNDOLAS DE ACERO TD 10						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Péndolas de Acero	glb	1				1

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
183	Péndolas de Acero con Sockets				6	94	

OBSERVACIONES

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



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Péndola de acero	6% se encuentra en grado 2 donde se observan corrosión superficial y el 94% restante se encuentra en grado 1 donde se observa oxidación superficial y perdida de pintura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Guardavías - condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 11</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE GUARDAVÍAS TD 11						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Guardavías	ml	4	10			40

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
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 inutilizables ya no cumplen con su función

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Márgenes de Río - condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 12</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE MARGENES DE RIO TD 12						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Márgenes de Río	ml	2	20.00		40.00	40.00

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
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 17: Muro con Contrafuerte Condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 13</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE MURO CON CONTRAFUERTE TD 13						
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 18: Vigas Transversales de Acero - condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 16</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VIGAS TRANSVERSALES DE ACERO TD 16						
Descripción	Und.	Nº	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Vigas Transversales	ml	102	8.40			856.80

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

OBSERVACIONES

Grado 1: Oxidación Superficial y perdida 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 perdida de pintura.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Veredas de Concreto - condición de campo

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 17</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VEREDAS DE CONCRETO TD 17						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Veredas de Concreto	m ²	2	320.00	1.20		768.00

ELEMENTOS		CALIFICACION %*					
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

Tabla 20: Cámaras de Anclaje

<p>“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”</p>
<p>TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN – TD 18</p>

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Nombre del Puente	: Bellavista	Progresiva (km)	:
Tipo de Puente	: Atirantado	Año de Construcción	: 2010
Provincia	: Bellavista	Longitud Total (m)	: 320 m
Distrito	: Bellavista	Calzada (m)	: 7.20 m

CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO						
METRADO DE VEREDAS DE CONCRETO TD 17						
Descripción	Und.	N°	Long.	Ancho	Altura	Metrado
Cámaras de Anclaje	Und	4				4

ELEMENTOS		CALIFICACIÓN %*					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
181	Cámara de Anclaje				3	97	

OBSERVACIONES

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



CONDICIÓN ENCONTRADA	
Cámara de Anclaje	El 3% se encuentra en grado 2 donde se observan fisuras<1.5mm y el 97% restante se encuentra en grado 1 donde se observa eflorescencia y desgaste por efectos del intemperismo.

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 21: Condición General del Elemento Evaluado y Condición Estadística del Puente

"EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA 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
180	Cables Principales de Acero			2	3	95		100
101	Losa de Concreto Armado (Refuerzo Longitudinal)				2	98		100
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			10	2	88		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
182	Torres de Acero				10	90		100
183	Péndolas de Acero con Socket				6	94		100
355	Guardavías		100					100
401	Márgenes de Río			100				100
134	Muro con Contrafuerte				4	96		100
117	Arriostre de Acero				5	95		100
185	Vigas de Rigidez				2	98		100
161	Vigas Transversales de Acero				3	97		100
311	Veredas de Concreto				6	94		100
181	Cámara de Anclaje				3	97		100

"EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA 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
N°	DESCRIPCIÓN				
301	Capa Asfáltica	1.20	0.60	0.86	2.70
180	Cables Principales de Acero	1.10	0.80	0.90	
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)	1.05	0.75	0.95	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado	1.05	0.60	1.10	
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	1.05	0.80	0.90	
110	Viga Principal de Concreto Armado	1.00	0.90	0.85	
354	Parapeto de Concreto Armado	1.00	0.60	1.04	
341	Planchas Deslizantes	0.90	0.60	0.86	
182	Torres de Acero	1.18	0.80	0.75	
183	Péndolas de Acero con Socket	1.13	0.70	1.02	
355	Guardavías	1.05	0.60	1.10	
401	Márgenes de Río	1.10	0.40	1.05	
134	Muro con Contrafuerte	1.05	0.50	1.08	
117	Arriostre de Acero	1.08	0.80	0.98	
185	Vigas de Rigidez	1.10	0.60	0.90	
161	Vigas Transversales de Acero	1.30	0.50	0.90	
311	Veredas de Concreto	1.10	0.60	0.92	
181	Cámara de Anclaje	1.30	0.60	1.00	
<i>Analizando los grados de deterioro de los elementos de inspeccionados se encontró que la condición estadística del puente Bellavista es 2.70, encontrándose en Condición REGULAR</i>		<i>Calificación</i>		<i>Rango Condición</i>	
		0	<i>Muy Bueno</i>	0.00-0.99	
		1	<i>Bueno</i>	1.00-1.99	
		2	<i>Regular</i>	2.00-2.99	
		3	<i>Malo</i>	3.00-3.99	
		4	<i>Muy Malo</i>	4.00-4.99	
5	<i>Pésimo</i>	5.00-5.99			
Fuente: Elaboración Propia					

2	REGULAR	<i>El puente Bellavista se halla en condición REGULAR con un valor de 2.70 entre un rango de 2.00-2.99</i>
----------	----------------	--

5.1.4. RESUMEN DE PATOLOGÍAS POR ELEMENTO Y GRADO DE SEVERIDAD

Tabla 22: Patologías encontradas en los elementos según grado de severidad

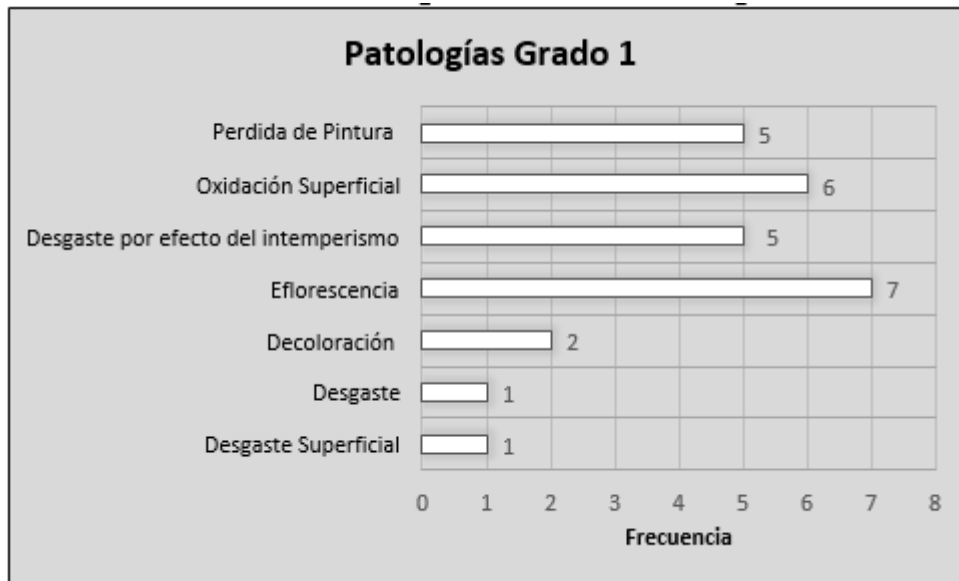
"EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"							
PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN LOS ELEMENTOS SEGUN GRADO DE SEVERIDAD							
ELEMENTOS		GRADO DE SEVERIDAD					
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
301	Capa Asfáltica				<i>Fisuras <1.5 mm 1%</i>	<i>Desgaste Superficial 26%</i>	
					<i>Desgaste Superficial con exposición de agregados 3%</i>		
180	Cables Principales			<i>Perdida de sección 2%</i>	<i>Oxidación Intermedia 3%</i>	<i>Desgaste 25%</i>	
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)				<i>Fisuras <1.5 mm 2%</i>	<i>Decoloración 29%</i>	
						<i>Eflorescencia 9%</i>	
240	Elevación de Pilares Concreto Armado			<i>Socavación 10%</i>	<i>Fisuras <1.5 mm 2%</i>	<i>Eflorescencia 20%</i>	
						<i>Desgaste por efecto de intemperismo 8%</i>	
104	Losa de Concreto Armado				<i>Fisuras <1.5 mm 2%</i>	<i>Decoloración 38%</i>	
						<i>Eflorescencia 20%</i>	
110	Viga Principal de Concreto Armado				<i>Fisuras <1.5 mm 2%</i>	<i>Eflorescencia 40%</i>	
						<i>Desgaste por efecto de intemper. 18%</i>	
354	Parapeto de Concreto Armado			<i>Delaminación con Exposición de Acero 1%</i>	<i>Fisuras <1.5 mm 3%</i>	<i>Eflorescencia 35%</i>	
						<i>Desgaste por efecto de intemper. 11%</i>	

341	Planchas Deslizantes			Corrosión con Picaduras 4%	Oxidación Superficial 36%	
182	Torres de Acero			Corrosión Superficial 10%	Oxidación Superficial 30%	
					Perdida de Pintura 60%	
183	Péndolas de Acero con Socket			Corrosión Superficial 6%	Oxidación Superficial 20%	
					Perdida de Pintura 54%	
355	Guardavías		Derruido 100%			
401	Márgenes de Río		Socavación General del Cauce 20%			
			Erosión de las Márgenes del Río 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%	
117	Arriostre de Acero			Corrosión Superficial 5%	Oxidación Superficial 15%	
					Perdida de Pintura 60%	
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%	
181	Cámara de Anclaje			Fisuras <1.5 mm 3%	Eflorescencia 27%	
					Desgaste por efecto de intemper. 20%	

Fuente: Elaboración Propia

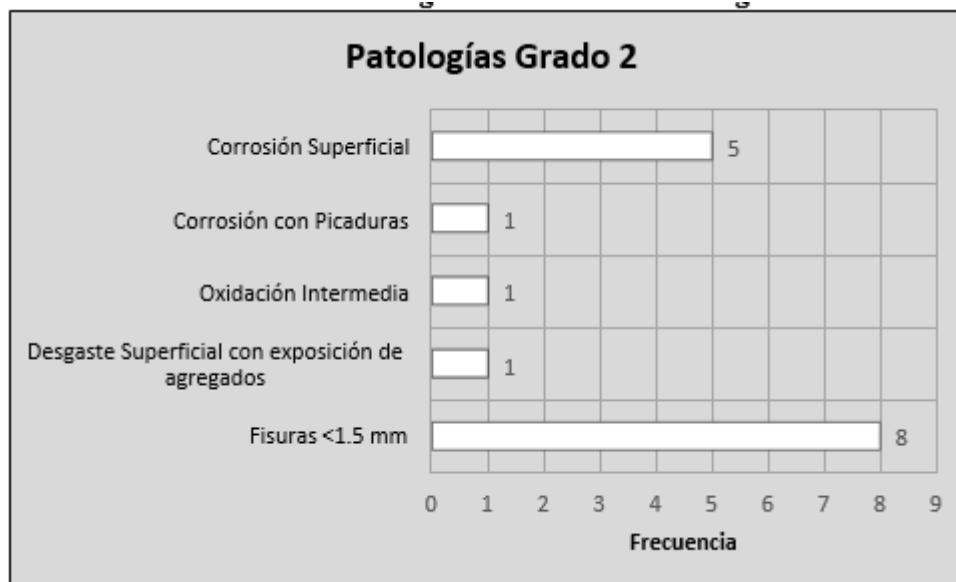
5.1.5. FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS

Ilustración 21: Diagrama de Barras Patología Grado 1



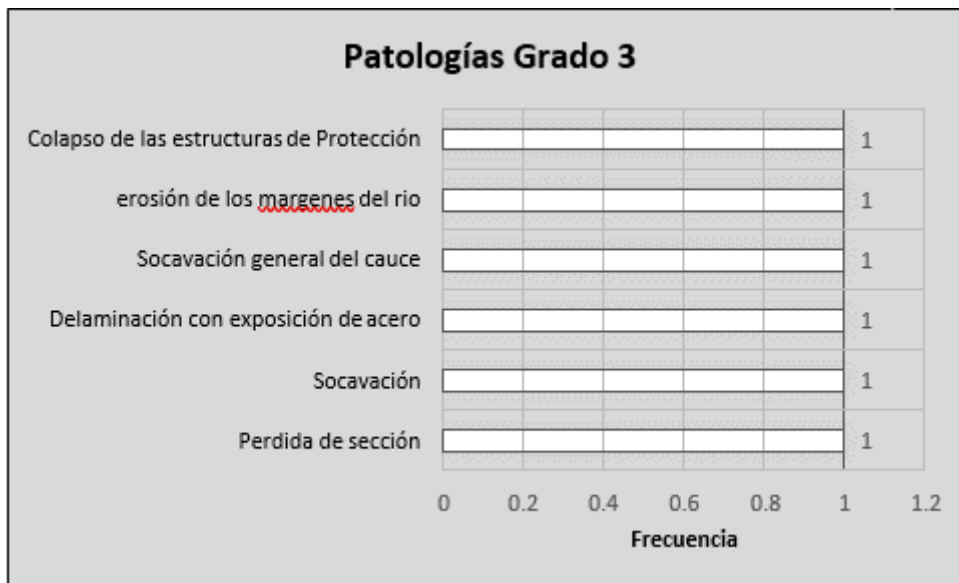
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 22: Diagrama de Barras Patología Grado 1



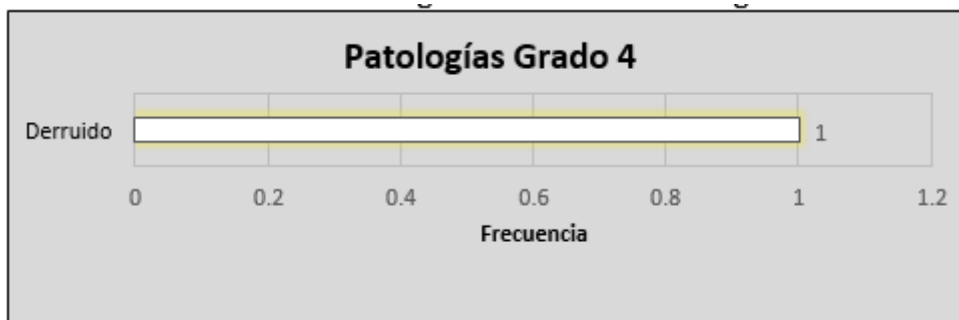
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 23: Diagrama de Barras Patología Grado 3



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 24: 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 Bellavista los cuales son:

Tabla 23: Resumen de Elementos del Puente

"EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"				
Elementos		Und.	Cantidad	Código
N°	DESCRIPCIÓN			
301	Capa Asfáltica	m ²	2,304.00	TD - 01
180	Cables Principales de Acero	ml	7,680.00	TD - 02
101	Losa de Concreto Armado (Ref. Long.)	m ³	460.80	TD - 03
240	Elevación de Pilares Concreto Armado	und	2.00	TD - 04
104	Losa de Concreto Armado (Ref. Trans.)	m ³	28.80	TD - 05
110	Viga Principal de Concreto Armado	m ³	18.00	TD - 06
354	Parapeto de Concreto Armado	ml	40.00	TD - 07
341	Planchas Deslizantes	ml	28.80	TD - 08
182	Torres de Acero	und	2.00	TD - 09
183	Péndolas de Acero con Socket	glb	1.00	TD - 10
355	Guardavías	ml	40.00	TD - 11
401	Márgenes de Río	ml	40.00	TD - 12
134	Muro con Contrafuerte	m ³	27.00	TD - 13
117	Arriostre de Acero	ml	484.00	TD - 14
185	Vigas de Rigidez	ml	440.00	TD - 15
161	Vigas Transversales de Acero	ml	739.20	TD - 16
311	Veredas de Concreto	m ²	264.00	TD - 17
181	Cámara de Anclaje	und	4.00	TD - 18

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.1. CAPA ASFÁLTICA

El elemento TD – 01 (Capa asfáltica) de 2,304.00 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 25: Distribución de afectación en % del elemento Capa Asfáltica



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.2. CABLES PRINCIPALES

El elemento TD – 02 (Cables Principales) de 7,680.00 ml, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 95% donde observamos desgaste del elemento producto de la exposición a la intemperie, el 3% se encuentra en el grado 2 donde se observa Oxidación de los cables.

Ilustración 26: Distribución de afectación en % del elemento Cables Principales



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.3. LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO LONGITUDINAL)

El elemento TD – 03 (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 27: Distribución de afectación en % del elemento Losa de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.4. PILARES

El elemento TD – 04 (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 28: Distribución de afectación en % de los elementos Pilares



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.5. LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO TRANSVERSAL)

El elemento TD – 05 (Losa de Concreto Armado Refuerzo Transversal) de 28.80 m³, tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos eflorescencia y decoloración, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa leves fisuras < 1.5mm.

Ilustración 29: Distribución de afectación en % de los elementos Losa de Concreto

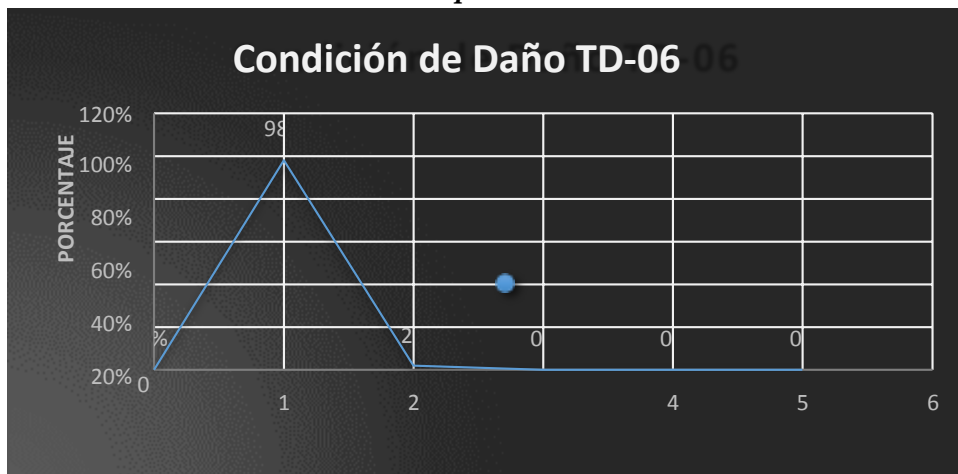


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.6. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO ARMADO

El elemento TD – 06 (Viga Principal de Concreto Armado) de 18.00 m³, tiene un leve porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% 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.

Ilustración 30: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Principales



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.7. PARAPETO DE CONCRETO ARMADO

El elemento TD – 07 (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 31: Distribución de afectación en % de los elementos Parapetos

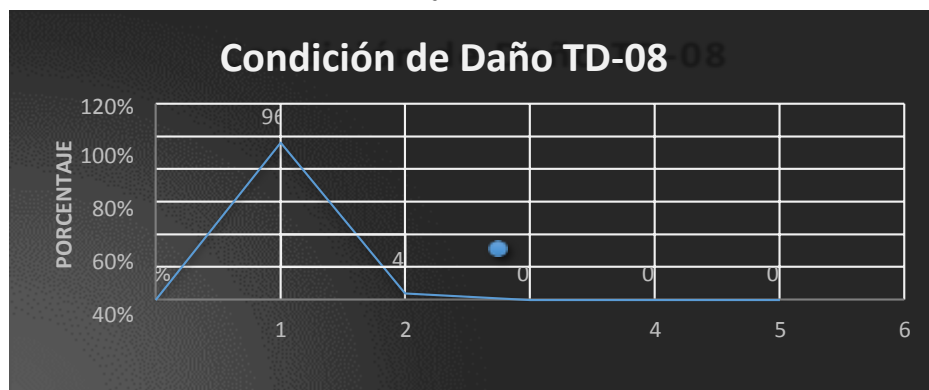


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.8. PLANCHAS DESLIZANTES

El elemento TD – 08 (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 32: Distribución de afectación en % de los elementos Planchas Deslizantes



Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.9. TORRES DE CONCRETO

El elemento TD – 09 (Torres de Concreto) consta con 2 torres, ubicados en cada uno de los márgenes del río, tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 90% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 10% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial por estar a la intemperie.

Ilustración 33: Distribución de afectación en % de los elementos Torres de Acero

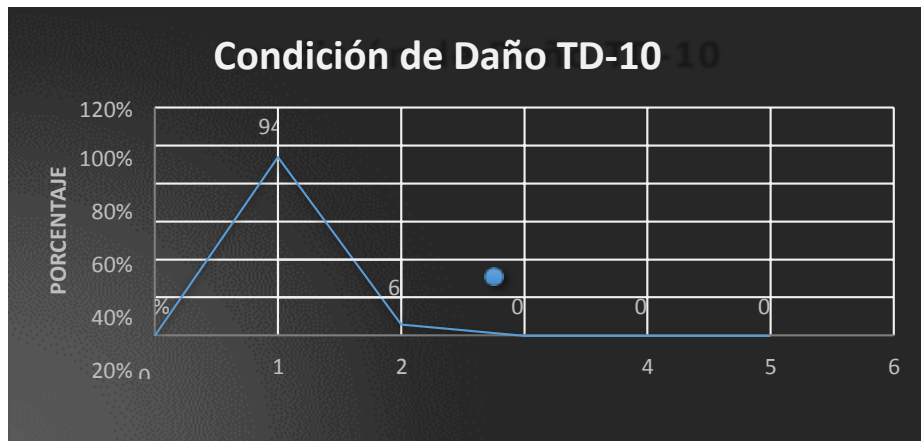


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.10. PENDOLAS DE ACERO

El elemento TD – 10 (Péndolas de Acero), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 94% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 6% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 34: Distribución de afectación en % de los elementos Péndolas

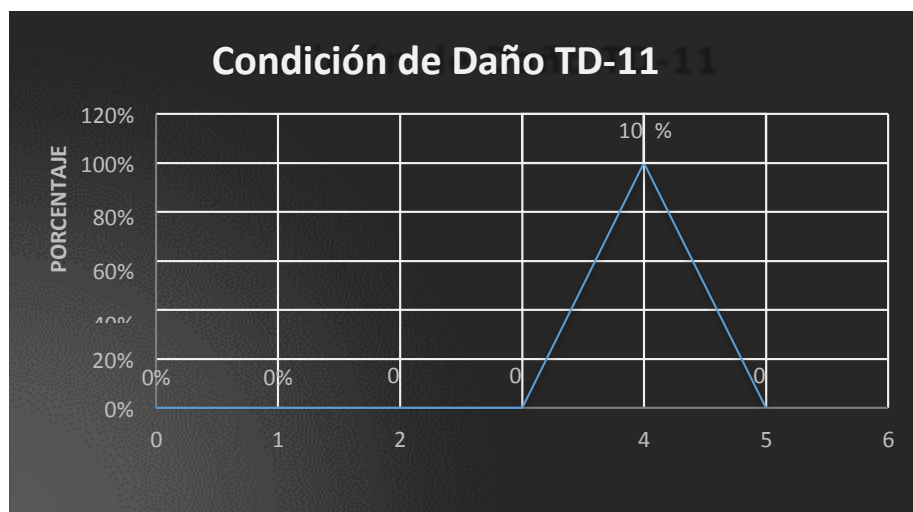


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.11. GUARDAVÍAS

El elemento TD – 11 (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 35: Distribución de afectación en % de los elementos Guardavías

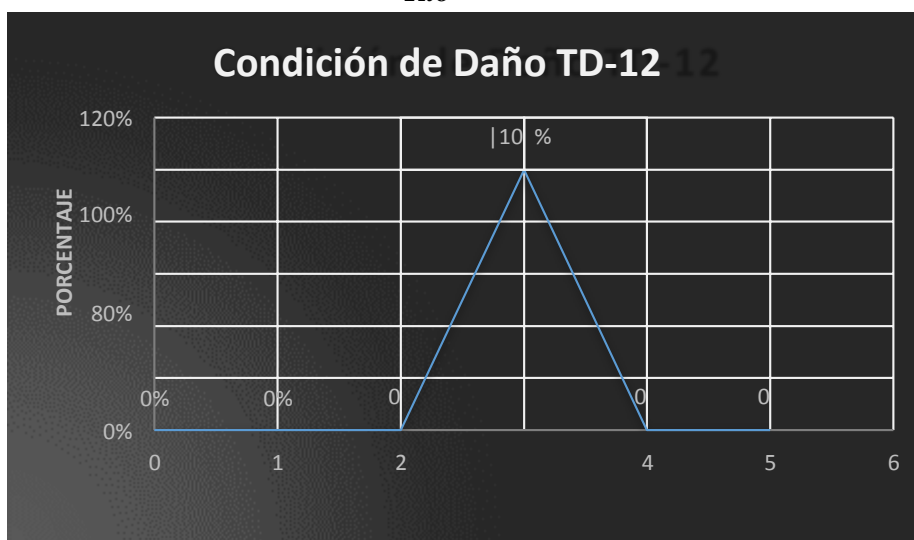


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.12. MÁRGENES DE RÍO

El elemento TD – 12 (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 36: Distribución de afectación en % de los elementos Márgenes de Río

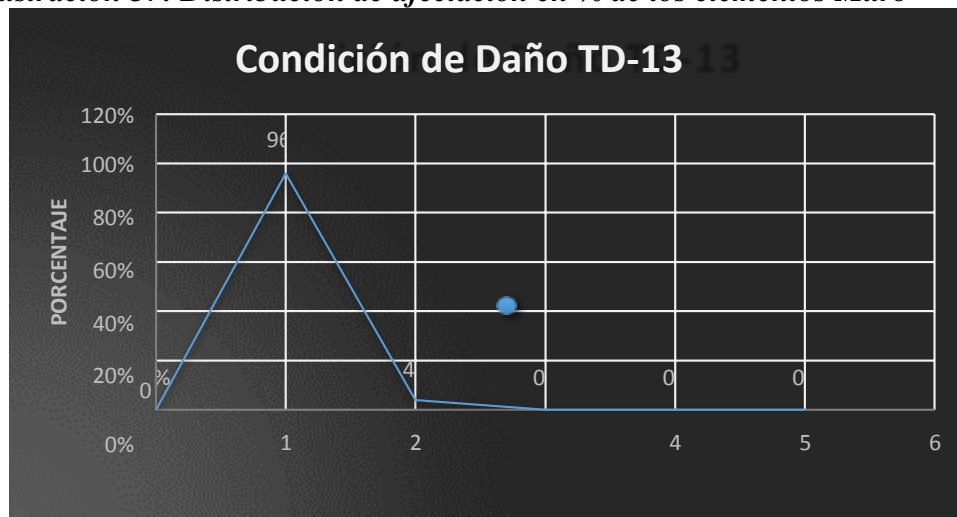


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.13. MURO CON CONTRAFUERTE

El elemento TD – 13 (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 37: Distribución de afectación en % de los elementos Muro

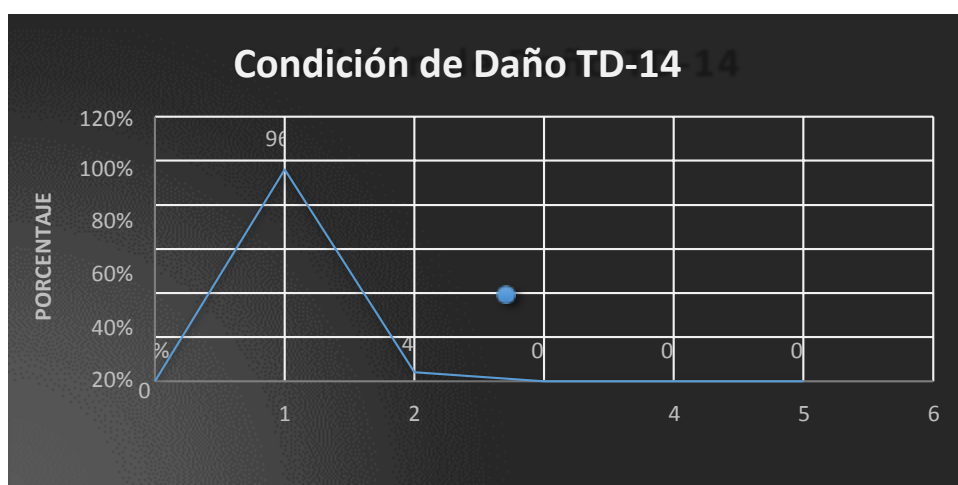


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.14. ARRIOSTRES DE ACERO

El elemento TD – 14 (Arriostres de Acero), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 95% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 5% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 38: Distribución de afectación en % de los elementos Arriostres

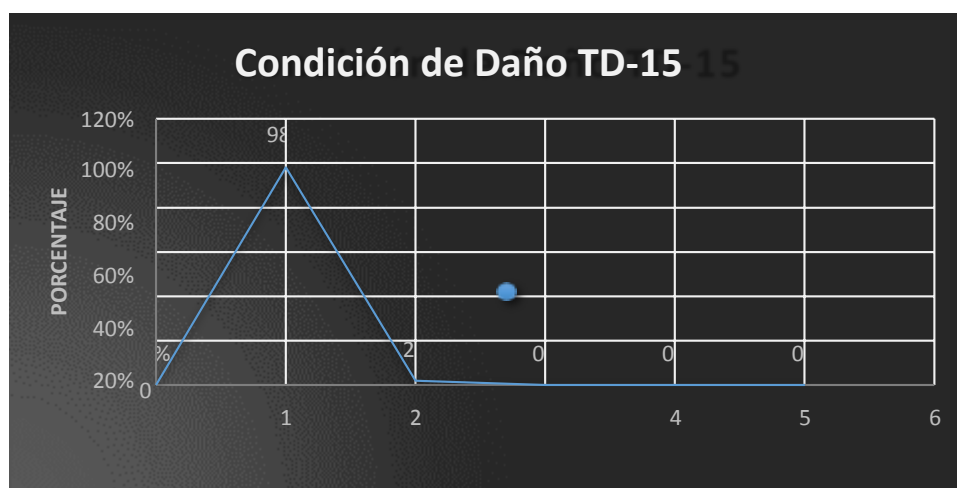


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.15. VIGAS DE RÍGIDEZ

El elemento TD – 15 (Vigas de Rigidez), tiene el mayor porcentaje de afectación en el grado 1 con 98% donde observamos oxidación superficial y pérdida de pintura, mientras que el 2% se encuentra en el grado 2 donde se observa corrosión superficial.

Ilustración 39: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas de Rigidez

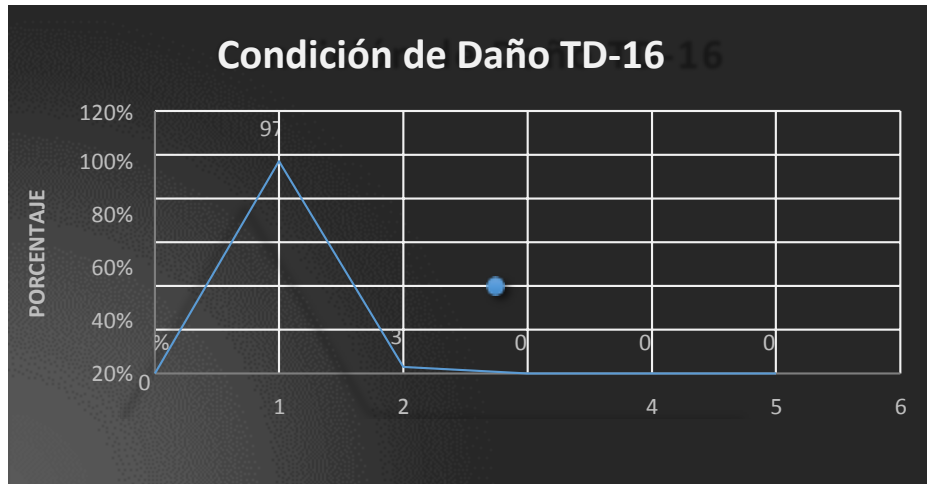


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.16. VIGAS TRANSVERSALES

El elemento TD – 16 (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 40: Distribución de afectación en % de los elementos Vigas Transversales

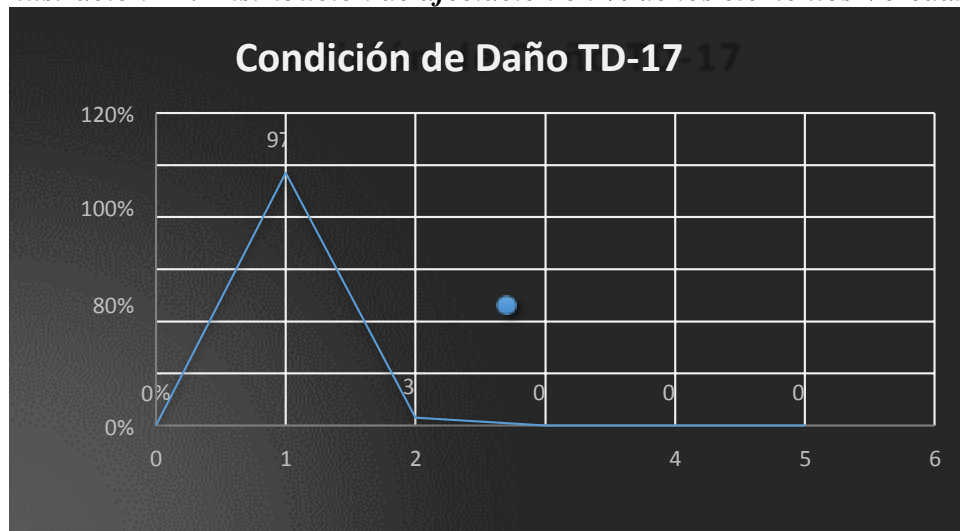


Fuente: Elaboración Propia

5.1.6.17. VEREDAS DE CONCRETO

El elemento TD – 17 (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 41: Distribución de afectación en % de los elementos Veredas.



CAPÍTULO VI: PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA

Para poder elaborar una propuesta de mantenimiento es preciso conocer las patologías encontradas en la inspección de los elementos del puente, de acuerdo con 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 24: Presupuesto para propuesta de Mantenimiento del Puente Bellavista

PART.	DESCRIPCION	UNID	METRADO	P. UNITARIO	P. PARCIAL	TOTAL
1.0	MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
1.1.3	ELEMENTOS					4,760,091.82
1.1.3.1	Capa de asfalto (reposición)	M2	2304.00	105.98	244,177.92	
1.1.3.2	Cables principales (limpieza, aplicación de pintura y revestimiento de protección)	ML	7680.00	113.50	871,680.00	
1.1.3.3	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal) (limpieza e impermeabilización)	M3	460.80	1,772.24	816,648.19	
1.1.3.4	Pilares de concreto armado (resane y reposición parcial)	Und.	2.00	4,500.52	9,001.04	
1.1.3.5	Losa de concreto armado (refuerzo transversal) (limpieza e impermeabilización)	M3	28.80	3,668.32	105,647.62	
1.1.3.6	Viga principal de concreto armado (limpieza y resane)	M3	18.00	5,788.56	104,194.08	
1.1.3.7	Parapeto de concreto armado (limpieza, resane e impermeabilización)	ML	40.00	1,852.24	74,089.60	
1.1.3.8	Planchas deslizantes (limpieza, resane y revestimiento)	ML	28.00	888.85	24,887.80	
1.1.3.9	Torre de acero (limpieza y aplicación de pintura)	Und.	2.00	1,500.66	3,001.32	
1.1.3.10	Péndolas de acero con sockets (limpieza y aplicación de pintura)	Glb	1.00	1,880.00	1,880.00	
1.1.3.11	Guardavías (renovación)	ML	40.00	176.99	7,079.60	
1.1.3.12	Márgenes del río (obras de protección simple)	ML	40.00	436.26	17,450.40	
1.1.3.13	Muro con contrafuerte (limpieza e impermeabilización)	M3	27.00	1,500.25	40,506.75	
1.1.3.14	Arriostres de acero (limpieza y aplicación de pintura)	ML	484.00	3,555.30	1,720,765.20	

1.1.3.15	Vigas de rigidez (limpieza y aplicación de pintura)	ML	440.00	800.30	352,132.00	
1.1.3.16	Vigas transversales (limpieza y aplicación de pintura)	ML	739.20	452.27	334,317.98	
1.1.3.17	Veredas de concreto (limpieza y resane)	M2	768.00	42.49	32,632.32	
1.1.3.18	Cámara de Anclaje (limpieza e impermeabilización)	Und.	4.00	1,000.00	4,000.00	

COSTO DIRECTO	4,760,091.82
GASTOS GENERALES (10%)	476,009.18
<u>UTILIDAD (10%)</u>	<u>476,009.18</u>
SUB TOTAL	5,712,110.18
<u>IGV (18%)</u>	<u>1,028,179.83</u>
COSTO TOTAL	6,740,290.01
SUPERVISION (4%)	269,611.60
<u>LIQUIDACIÓN (1%)</u>	<u>67,402.90</u>
COSTO TOTAL DEL MATENIMIENTO	7,077,304.51

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES:

Según los resultados obtenidos a partir de las inspecciones y el procesamiento de los datos y determinando el estado actual del puente Bellavista, esta tesis denominada: **“EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS Y SU INFLUENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE BELLAVISTA, PROVINCIA DE BELLAVISTA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**, concluye con lo siguiente:

1. La evaluación de patologías incide en la propuesta de mantenimiento del puente Bellavista, provincia de Bellavista y departamento de San Martín y cumple con las normas peruanas de inspección.
2. Se ha Realizado el diagnóstico de patologías en el puente Bellavista, provincia de Bellavista 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 25: Lista de patologías presentes en el Puente Bellavista

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
	Desgaste leve superficial del concreto por efectos del intemperismo
2	Desgaste superficial con exposición de agregados
	Corrosión superficial del concreto
	Corrosión superficial del acero
	Oxidación intermedia del acero
3	Socavación de la subestructura
	Erosión del talud

Fuente: Elaboración Propia

3. Según los grados de severidad de los daños de los elementos evaluados se determinó que la condición estadística del puente es de **2.70**, 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, grietas, Desprendimiento o socavación pérdida de sección avanzada.
4. Se ha elaborado una propuesta de mantenimiento del puente Bellavista, provincia de Bellavista 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.
5. Los Puentes en todo el Perú y el mundo, así como el puente Bellavista son la estructura prioritaria y al mismo tiempo que 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 Bellavista 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 Bellavista, 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, no solo esperar que todo se desarrolle con la autoridad competente sino juntamente optimizar recursos de mano de obra y materiales al tener aliados conscientes de que la estructura del puente es de beneficio para todos y por lo tanto se merece el cuidado necesario para preservar su vida útil.

CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

- Arbito, Gerardo. Repositorio: UNIVERSIDAD DE CUENCA. MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES SEGUNDA EDICIÓN. Trabajo de investigación titulado: “CONCRETO CELULAR PARA USO ESTRUCTURAL”. (Tesis Maestría). Universidad de Cuenca, Cuenca. Ecuador. 2016.
- 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
- Martínez, Javier, Trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN, PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA – 2016”, (Tesis Doctoral).
- 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.
- López, Diego. Repositorio: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Trabajo de investigación titulado: “DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE OCHOA LEÓN”. Universidad de Cuenca – Ecuador – 2018.
- 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.

- Pecho, Yonel. Repositorio: UNIVERSIDAD DE PIURA. Trabajo de investigación titulado: "IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PUENTES EN EL PERÚ - 2017". PIURA.
- Ortega, Smith. Repositorio: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE. 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". Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote – Perú - 2020.
- Arrobas, María. Repositorio: UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ. Trabajo de investigación titulado: "DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS Y SU INCIDENCIA EN UNA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE PICOTA, PROVINCIA DE ATUN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN - 2019". Universidad Científica del Perú – Perú - 2020.
- Boulanger, Jeen. Repositorio: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE. Trabajo de investigación titulado: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018". Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote – Perú - 2018.
- 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.
- 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

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 01: PUENTE ATIRANTADO – PROVINCIA DE BELLAVISTA



Foto N° 02: Se aprecia que el puente está cubierto por vegetación – margen derecha.



Foto N° 03: Se aprecia que las cimentaciones se encuentran en buen estado, Margen derecha.



Foto N° 04: Las torres (pilón) se encuentran en buen estado, margen derecha.



Foto N° 05: Se aprecia deterioro de la pintura en las vigas metálicas – margen derecha.



Foto N° 06: Se aprecia en la parte inferior vegetación y el sistema de drenaje en buen estado. Solo se empieza a deteriorar la pintura en las vigas longitudinales y diafragmas, margen derecha.



Foto N° 07: Falta limpieza en la cajuela, falta mantenimiento de los dispositivos de apoyo ya que están en contacto con el suelo, margen derecha.



Foto N° 08: Se aprecia protección con enrocado a la margen izquierda del río Huallaga.



Foto N° 09: Se aprecia basura en la margen izquierda del puente también desgaste de pintura en las barandas del puente.



Foto N° 10: Se aprecia vegetación y basura a la margen izquierda del puente.



Foto N° 11: Se aprecia que los protectores metálicos de los cables de acero se están oxidando, margen izquierda.



Foto N° 12: Se aprecia las juntas de dilatación del puente, falta mantenimiento en ambas márgenes.



Foto N° 13: Se aprecia vegetación y basura en la margen derecha del puente.



Foto N° 14: Se aprecia vegetación en la parte inferior del puente y basura en la parte del anclaje de los cables de acero, margen derecha.



Foto N° 15: Se aprecia las veredas del puente en buen estado, faltaría una limpieza, margen derecha.



Foto N° 16: Se aprecia desgaste de pintura en las barandas de los parapetos del puente, veredas ambos lados en buen estado.



Foto N° 19: Se aprecia desgaste de pintura en las barandas y basura en donde se sostienen los cables de acero, margen derecha.



Foto N° 20: Se aprecia los protectores de cables de acero oxidados margen derecha.



Foto N° 21: Se aprecia los protectores de cables de acero oxidados margen izquierda.



Foto N° 22: Se aprecia el drenaje pluvial en buen estado.



Foto N° 23: Se aprecia los protectores de cables de acero oxidados y desgaste de pintura margen derecha.



Foto N° 24: Se aprecia desgaste de pintura en barandas del puente margen derecha.



Foto N° 25: Se aprecia desgaste de pintura en barandas del puente margen derecha.



Foto N° 26: Se aprecia basura en conexión entre pilones y tablero margen derecha.



Foto N° 27: Se aprecia los protectores de cables de acero oxidados lado derecho.



Foto N° 28: Se aprecia la carpeta de rodadura del puente en buen estado.

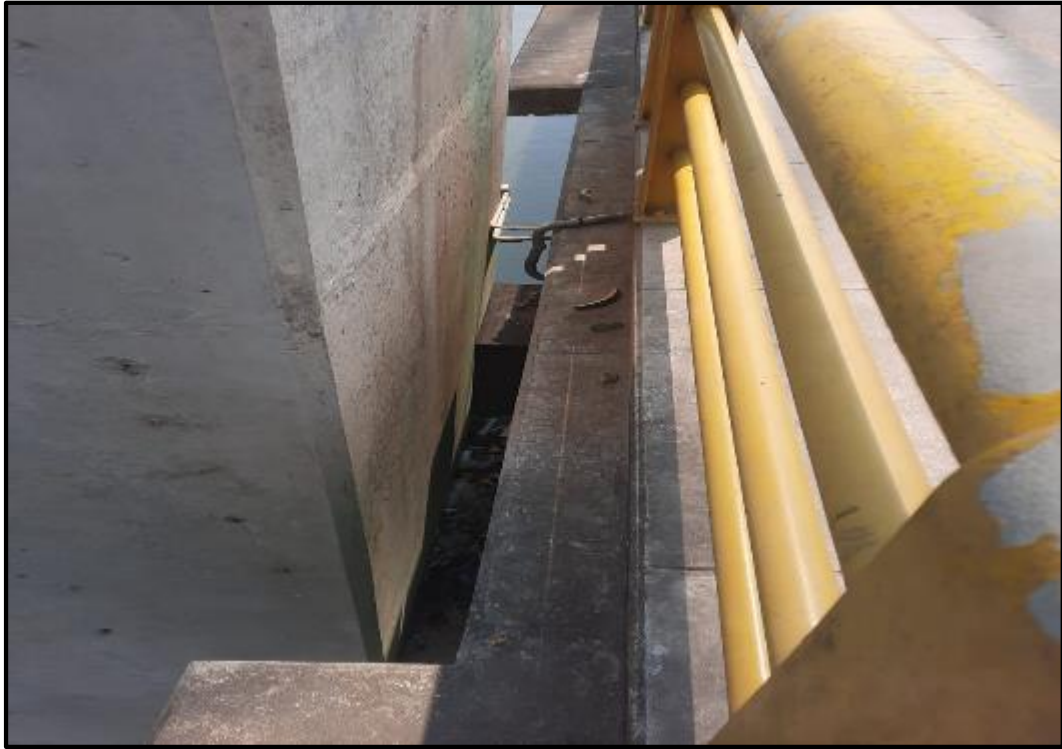


Foto N° 29: Se aprecia basura en la conexión del Pilón con el tablero del puente margen izquierda.



Foto N° 30: Se aprecia desgaste de pintura en las barandas del puente margen izquierda.



Foto N° 31: Se aprecia los protectores de cables de acero oxidados lado izquierdo.



Foto N°32: Se aprecia las veredas en buen estado margen izquierda.



Foto N° 33: Se aprecia las veredas en buen estado margen derecha.



Foto N° 34: Se aprecia el drenaje pluvial en buen estado.



Foto N° 35: Se aprecia las veredas en buen estado y desgaste de pintura en vereda.



Foto N° 36: Se aprecia desgaste de pintura en las barandas del puente.



Foto N° 37: Se aprecia la carpeta de rodadura en buen estado.



Foto N° 38: Se aprecia los protectores de cables de acero oxidados, pilotes en buen estado.



Foto N° 39: Se aprecia basura en la parte donde inicia la conexión de cables de acero.



Foto N° 40: Se aprecia los pilones en buen estado.



Foto N° 41: Se aprecia basura en el cimiento y también en la parte superior del puente, margen izquierda.



Foto N° 42: Se aprecia basura en la conexión del pilón con el tablero y desgaste de pintura en las barandas del puente, margen derecha.



Foto N° 43: Se aprecia las veredas en buen estado.



Foto N° 44: Se aprecia el parapeto del puente con desgaste de pintura margen izquierda.



Foto N° 45: Se aprecia el parapeto del puente con desgaste de pintura.



Foto N° 46: Se aprecia vereda y cables en buen estado.



Foto N° 47: Se aprecia la junta de dilatación del puente, falta mantenimiento, margen izquierda.



Foto N° 48: Se aprecia desgaste de pintura en las barandas del puente margen izquierda.



Foto N°49: Se aprecia desgaste de pintura en barandas, basura y vegetación margen derecha.



Foto N° 50: Se aprecia basura en la vereda del puente, desgaste de pintura en las barandas y parapeto margen izquierda.



Foto N° 51: Se aprecia vegetación en margen derecha del puente.



Foto N° 52: Se aprecia basura y vegetación en margen izquierda.



Foto N° 53: Se aprecia vegetación margen izquierda.



Foto N° 54: Se aprecia enrocado para protección en la ribera del río Huallaga, en buen estado, margen izquierda.



Foto N° 55: Se aprecia vegetación en la parte inferior del puente, los cimientos y pilar en buen estado, margen izquierda.



Foto N° 56: Se aprecia fisura en el estribo del puente, margen izquierda.



Foto N° 57: Se aprecia los delimitadores de vía en mal estado, margen izquierda.