



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

TITULO:

**“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA  
ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL  
MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA  
DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA  
DEL CASERIO LA LEGUA–DISTRITO DE CATACAOS–PROVINCIA  
DE PIURA–DEPARTAMENTO DE PIURA–OCTUBRE 2018”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. JORDY WILFREDO BERNAL SIGÜENZA

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

PIURA-PERU

2018

## **TITULO DE TESIS:**

“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA–DISTRITO DE CATA-CAOS–PROVINCIA DE PIURA–DEPARTAMENTO DE PIURA–OCTUBRE 2018”

**FIRMA DE JURADO Y ASESOR:**

MGTR. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA

**PRESIDENTE**

MGTR. WILMER OSWALDO CORDOVA CORDOVA

**MIEMBRO**

ING. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS

**MIEMBRO**

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

**ASESOR**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Wilfredo Bernal troncos, mi MADRE Nerida Sigüenza chuquihuanga, mi segunda madre MI ABUELA, A mis hermanos y a todos mis tíos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a mi ASESOR Carmen Chilón Muñoz de tesis quién nos ayudó en todo momento.

*Jordy Wilfredo Bernal Sigüenza*

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

*Jordy Wilfredo Bernal Sigüenza*

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo de tesis tiene como finalidad determinar y evaluar el número de fallas patológicas, La magnitud del daño y la condición general del puente vehicular Miguel Grau ubicado en el trayecto de la vía principal panamericana norte cruce (catacaos-chiclayo) caserío la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura, para el desarrollo del proyecto se ha designado una hoja de evaluación en campo accediendo así a estudiar la cantidad total existente de patologías en el área evaluada, durante este procedimiento se ha utilizado el manual SCAP del ministerio de transportes y comunicaciones permitiéndonos obtener los niveles de severidad del puente.

El estudio se realiza con el fin de determinar la seguridad del puente ante el uso vehicular, como primer punto en la investigación daremos una **introducción** corta anotando una descripción de los puentes existentes, lo fundamental de su construcción, su beneficio en la comunidad, sus dificultades y condiciones de uso ocasionados. El siguiente punto es **la revisión literaria**, como uno de los parámetros de este capítulo son antecedentes internacionales, locales y nacionales recopilando información básica para estudio, los principios teóricos se basan específicamente en la clasificación de diversos puentes que se toman en cuenta durante la evaluación y que son objeto de información durante la investigación, otro parámetro que se tiene es el deterioros patológicos que nos ayuda a registrar el nivel de severidad que ocasiona la falla estructural, el tercer punto comprende **la metodología**, es el proceso de evaluación que examina detalladamente las patologías logrando el análisis de los resultados minuciosamente y en qué situación se encuentra la estructura del puente.

Tenemos la conclusión del total de todas las secciones evaluadas, nos brinda como **resultados** que el mayor daño estructural que más ha afectado es en losa de concreto armado y la mayor patología predominante es **Fisuras** el cual se ha hecho presente en el estudio del total de la vía, con un porcentaje de **7.13 %** de daño, su nivel de condición estadística es de 2.48 del total del puente analizado logrando ubicar en un rango estadístico **Regular** de condición del puente.

**Palabras claves:** fisuras en la estructura, daño en losa de C° A°, información de patologías en concreto armado, prevención al deterioro de la estructura del puente.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis research work is to determine and evaluate the number of pathological failures, the magnitude of the damage and the general condition of the Miguel Grau vehicular bridge located on the main Pan-American main road crossing to (catacaos-chiclayo) Caseros de la liua, in the district of Catacaos, province of Piura, department of Piura, for the development of the project, an evaluation sheet has been designated in the field, thus acceding to study the total amount of pathologies in the evaluated area, during this procedure The SCAP manual of the Ministry of Transport and Communications has been used, allowing us to obtain bridge severance levels.

The study is carried out in order to determine the safety of the bridge before vehicular use, as a first point in the investigation we will give a short introduction noting a description of the existing bridges, the fundamentals of its construction, its benefit in the community, its difficulties and conditions of use occasioned. The next point is the literary review, as one of the parameters of this chapter are international, local and national antecedents, gathering basic information for study, the theoretical principles are based specifically on the classification of various bridges that are taken into account. during the evaluation and which are the subject of information during the investigation, another parameter that is had is the pathological deterioration that helps us to register the level of severity that causes the structural failure, the third point includes the methodology, it is the desenclacé of a work which is examined in detail to achieve the analysis of the results in detail and in what situation the structure of the bridge is located.

We have the conclusion of the total of all the sections evaluated, it gives us as results that the biggest structural damage that has affected the most is in reinforced concrete slabs and the major predominant pathology is Fissures which has been present in the study of the total of the road, with a percentage of 7.13% damage, its level of statistical condition is 2.48 of the total of the analyzed bridge, achieving a statistically regular range of bridge conditions.

**Keywords:** cracks in the structure, damage to the slab of C ° A °, duck-log information in reinforced concrete, prevention of deterioration of the structure of the bridge.

# CONTENIDO

ÍNDICE	Pag
1. TÍTULO DE LA TESIS .....	i
2. FIRMA DE JURADO Y ASESOR.....	ii
3. AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA .....	iii
4. RESUMEN.....	v
ABSTRACT .....	vi
5. CONTENIDO .....	vii
6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 Marco Teórico:.....	6
2.1 Antecedentes: .....	6
2.2.1.-Antecedentes internacionales .....	6
2.2.1.-Antecedentes nacionales .....	21
2.2.1.-Antecedentes locales .....	32
2.3. Marco Conceptual.....	39
III. HIPÓTESIS.....	83
IV. METODOLOGÍA.....	84
4.1. Tipo de investigación .....	84
4.1. Nivel de investigación de tesis.....	84
4.1. Diseño de investigación .....	84
4.2. Población y Muestra.....	85
4.3. Definición y Operacionalización de las Variables.....	86
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	86

4.5. Plan de análisis .....	87
4.6. Matriz de consistencia .....	88
4.7. Principios éticos .....	90
<b>V. RESULTADOS.</b> .....	91
5.1. Resultados. ....	93
5.2. Análisis de Resultados. ....	126
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	128
<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS</b> .....	129
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	130
<b>ANEXOS</b> .....	134
<b>PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION</b> .....	137
<b>PLANO DE PATOLOGIAS</b> .....	138
<b>6. -ÍNDICE DE CUADROS, IMÁGENES Y GRAFICOS:</b>	
<b>INDICE DE CUADROS:</b>	
<b>CUADRO N°01.-</b> Pesos Específicos de Algunos Materiales .....	49
<b>CUADRO N°02.-</b> Tipo de estructura de puentes.....	51
<b>CUADRO N°03.-</b> Tipos de Puentes de viga.....	53
<b>CUADRO N°04.-</b> Tipos de Puentes de arco. ....	57
<b>CUADRO N°05.-</b> Clasificación de daño estructural .....	69
<b>CUADRO N°06.-</b> Matriz de consistencia .....	88
<b>CUADRO N°07.-</b> Condición Global del Puente. ....	92
<b>CUADRO N°08.-</b> Relación de elementos conforme la metodología SCAP. ....	93
<b>CUADRO N°09.-</b> Resultados de las patologías de <b>veredas</b>	
de la unidad de muestra UM-01 .....	94
<b>CUADRO N°10.-</b> Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-01 .....	95
<b>CUADRO N°11.-</b> Resultados de las patologías de <b>barandas</b>	
de la unidad de muestra UM-02 .....	96

<b>CUADRO N°12.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-02 .....	97
<b>CUADRO N°13.-</b>	Resultados de las patologías de <b>losa de C° A°</b> de la unidad de muestra UM-03 .....	98
<b>CUADRO N°14.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-03 .....	99
<b>CUADRO N°15.-</b>	Resultados de las patologías de <b>capa asfalto</b> de la unidad de muestra UM-04 .....	100
<b>CUADRO N°16.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-04 .....	101
<b>CUADRO N°17.-</b>	Resultados de las patologías de <b>apoyos de C°</b> de la unidad de muestra UM-05 .....	102
<b>CUADRO N°18.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-05 .....	103
<b>CUADRO N°19.-</b>	Resultados de las patologías de <b>Enrocado</b> de la unidad de muestra UM-06 .....	104
<b>CUADRO N°20.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-06.....	105
<b>CUADRO N°21.-</b>	Resultados de las patologías de <b>juntas</b> de la unidad de muestra UM-07 .....	106
<b>CUADRO N°22.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-07 .....	107
<b>CUADRO N°23.-</b>	Resultados de las patologías de <b>pilares</b> de la unidad de muestra UM-08 .....	108
<b>CUADRO N°24.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-08 .....	109
<b>CUADRO N°25.-</b>	Resultados de las patologías de <b>zapatas</b> de la unidad de muestra UM-09 .....	110
<b>CUADRO N°26.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-09 .....	111
<b>CUADRO N°27.-</b>	Resultados de las patologías de <b>estribos</b> de la unidad de muestra UM-10 .....	112
<b>CUADRO N°28.-</b>	Porcentaje y nivel de daño ocasionado en UM-10.....	113

<b>CUADRO N°29.- RESULTADO GENERAL PATOLOGICO DEL PUENTE .....</b>	<b>115</b>
<b>CUADRO N° 30.- Elementos patológicos evaluados .....</b>	<b>118</b>
<b>CUADRO N°31.- Condición estadística del elemento .....</b>	<b>119</b>
<b>CUADRO N°32.- Primer paso distribución de porcentajes .....</b>	<b>120</b>
<b>CUADRO N°33.- Segundo paso porcentajes ajustados .....</b>	<b>121</b>
<b>CUADRO N°34.- Tercer paso porcentajes reajustados nuevamente .....</b>	<b>122</b>
<b>CUADRO N°35.- Cuarto paso se elabora el quinto momento del porcentaje reajustado .....</b>	<b>123</b>
<b>CUADRO N°36.- Nivel de severidad total de la estructura del puente .....</b>	<b>125</b>

#### **INDICE DE IMAGENES:**

<b>FIGURA 01.- Humedad en estribos de puente .....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 02.- Grietas en la estructura del puente .....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 03.- Localización de la ciudad de Cartagena de Indias .....</b>	<b>10</b>
<b>FIGURA 04.- Localización del puente Romero Aguirre .....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 05.- Exposición de acero en barandas. ....</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA 06.- Falta de barandas de protección en las escaleras. ....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 07.- Sistema de pilas .....</b>	<b>14</b>
<b>FIGURA 08.- Ubicación del Municipio de Cartagena en Colombia. ....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 09.- Ubicación del Puente sobre el caño de Manzanillo “El Zapatero” .....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 10.- Riostras y vigas longitudinales entre pilas.....</b>	<b>18</b>

<b>FIGURA 11.-</b> Juntas de dilatación y juntas de expansión .....	19
<b>FIGURA 12.-</b> Grieta generada en el apoyo de la viga .....	23
<b>FIGURA 13.-</b> Corrosión y humedecimiento en los estribos .....	23
<b>FIGURA 14.-</b> La vereda en precarias condiciones .....	24
<b>FIGURA 15.-</b> Se observa fisuras diagonales, desgaste del concreto .....	25
<b>FIGURA 16.-</b> Se observan grietas y fisuras en los pilares.....	26
<b>FIGURA 17.-</b> Evaluacion tramos del puente.....	30
<b>FIGURA 18.-</b> Fotografías de la zona de estudio.....	31
<b>FIGURA 19.-</b> Puente Bolognesi Piura.....	37
<b>FIGURA 20.-</b> Puente miguel Grau Piura .....	38
<b>FIGURA 21.-</b> Puente independencia Piura .....	38
<b>FIGURA 22.-</b> Construcción de un puente de madera sobre el Rio.....	40
<b>FIGURA 23.-</b> Puente Pietro que ha Resistido el paso de los siglos.....	42
<b>FIGURA 24.-</b> Puente sobre el río dayman, Uruguay .....	43
<b>FIGURA 25.-</b> Puente de granito sin tallar.....	43
<b>FIGURA 26.-</b> Puente de Luis I, Oporto de servicio ferroviario .....	44
<b>FIGURA 27.-</b> Composición estructural del puente.....	45
<b>FIGURA 28.-</b> Estructura del puente tipo losa.....	48
<b>FIGURA 29.-</b> Estructura del puente tipo losa-viga 1-2, viga cajón.....	48
<b>FIGURA 30.-</b> Puente de armadura.....	52
<b>FIGURA 31.-</b> Puente voladizo.....	52

<b>FIGURA 32.-</b> Puente viga .....	54
<b>FIGURA 33.-</b> Puente ménsula de Forth Bridge.....	55
<b>FIGURA 34.-</b> Puente arco de La Vicaria en Albacete.....	56
<b>FIGURA 35.-</b> Puente de arco.....	56
<b>FIGURA 36.-</b> El puente colgante Golden Gate, San Francisco (California).....	58
<b>FIGURA 37.-</b> Puente atirantado en Taiwán .....	59
<b>FIGURA 38.-</b> Puente de suspensión.....	59
<b>FIGURA 39.-</b> Tipo de Puente de madera .....	60
<b>FIGURA 40.-</b> Puente de piedra (Zamora) .....	61
<b>FIGURA 41.-</b> Estructura metálica del puente de Manhattan, New York City .....	61
<b>FIGURA 42.-</b> Puente de hormigón sobre el río .....	62
<b>FIGURA 43.-</b> Puente transbordador del riachuelo buenos aires .....	63
<b>FIGURA 44.-</b> Puente transbordador del riachuelo buenos aires .....	64
<b>FIGURA 45.-</b> Puente arquitectónico de hormigón.....	65
<b>FIGURA 46.-</b> Fisuras en la superestructura del puente.....	66
<b>FIGURA 47.-</b> Corrosión en ambas vigas del puente .....	67
<b>FIGURA 48.-</b> Daños típicos generados en puentes.....	68
<b>FIGURA 49.-</b> Se observa presencia de humedad debido a reacción externa .....	71
<b>FIGURA 50.-</b> Se observa presencia de hormiguo .....	71
<b>FIGURA 51.-</b> Se observa presencia de sales en la estructura.....	72
<b>FIGURA 52.-</b> Nótese deterioro de la estructura de hormigón pretensado .....	73
<b>FIGURA 53.-</b> Nótese deterioro de las juntas de dilatación .....	73
<b>FIGURA 54.-</b> Observamos el área afectada por efectos del dióxido de carbono.....	74

<b>FIGURA 55.-</b> Se observa la corrosión en la base de la estructura del puente.....	74
<b>FIGURA 56.-</b> Acero descubierto debido al escaso recubrimiento .....	76
<b>FIGURA 57.-</b> Se observa deterioro de juntas frías.....	76
<b>FIGURA 58.-</b> Fisuras en el estribo del puente .....	77
<b>FIGURA 59.-</b> Plataforma con fisuras retraída.....	78
<b>FIGURA 60.-</b> Coquetas generadas por falta de compactado de concreto .....	79
<b>FIGURA 61.-</b> Nótese la erosión ocurrida en la base de las pilas. ....	80
<b>FIGURA 62.-</b> Se observa descascaramiento en la viga.....	81
<b>FIGURA 63.-</b> Nótese socavación de las bases .....	81

#### **INDICE DE GRAFICOS:**

<b>GRAFICO N° 01.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-01 .....	95
<b>GRAFICO N° 02.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-02.....	97
<b>GRAFICO N° 03.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-03.....	99
<b>GRAFICO N° 04.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-04.....	101
<b>GRAFICO N° 05.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-05.....	103
<b>GRAFICO N° 06.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-06.....	105

<b>GRAFICO N° 07.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-07 .....	107
<b>GRAFICO N° 08.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-08.....	109
<b>GRAFICO N° 09.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-09.....	111
<b>GRAFICO N° 10.-</b> Proporción estadística de las patologías en la UM-10.....	113
<b>GRAFICO N° 11.-</b> Resultado total de la proporción estadística de las patologías	
Existentes en la estructura del puente.....	115
<b>GRAFICO N° 12.-</b> Resultado total de la proporción estadística del área	
Del puente.....	117

## **I.- INTRODUCCION**

En la actualidad los puentes son las vías de acceso más importantes para la comunicación de determinadas comunidades alejadas, con el transcurso del tiempo se ha ido innovando los procesos constructivos brindando mayor seguridad para los usuarios. Los puentes mejoran nuestro relieve territorial y su recorrido, este tipo de estructura de puentes puede adecuarse en distintos clases de terrenos y ambientes climatológicos siempre y cuando sean realizados los estudios necesarios.

Otro factor importante es el estudio del suelo que es uno de los parámetros esenciales antes de empezar la construcción, ante este principal evento se realiza un análisis previo ya que es el suelo el principal factor que se estudia porque en muchos de los casos y especial la ciudad de Piura posee un suelo de alto contenido salitroso el cual debe ser tratado para que las bases estructurales no corra el riesgo de colapsar.

Debido a la gran demanda del comercio son necesariamente útiles para el transporte y unión de una población hacia otra, siendo uno de las principales fuentes de desarrollo de la economía en el país, por ello es esencialmente necesario verificar su estado o condición en que se encuentra y saber cuándo es imprescindible el mantenimiento y evitar graves deterioros en su estructura prolongando así su vida útil a largo plazo. Se Debe saber que los eventos climáticos también se manifiestan ante el posible daño que puede acelerar el grado de su resistencia y posteriormente al colapso de su estructura, los problemas existentes en la vía son de forma patológica ya que en ellas persiste en su mayoría daños por fisuramiento y agentes químicos como resultado perjudicial para el puente. Esta dificultad impacta directamente a la economía y las comunidades que en ellas depende del desarrollo de su sociedad.

El planeamiento del problema aplicado Durante el periodo de tiempo del estudio de la estructura del puente nos informa que las causales de los daños al sistema estructural son los elementos externos físicos como químicos y el medio ambiente han sido prioridad para el deterioro del estructural del puente la cual esta debe ser analizado y estudiado adecuándolo al proyecto debiendo realizar una inspección general que nos permita determinar el nivel del problema ocasionado, brindando el mantenimiento en la estructura si fuera el caso, permitiendo así determinar las diferentes patologías sea fisuras, grietas eflorescencia etc.

Estas patologías se presentan a lo largo de su vida útil en su composición estructural, mediante la guía de evaluación de puentes SCAP hemos obtenido la condición de la estructura, logrando los resultados necesarios para determinar el estado actual y de servicio que brinda el puente, el cual debe medir el nivel de riesgo para la transitabilidad de la vía.

La caracterización del problema del sistema del puente vial Miguel Grau está ubicado en el trayecto de la panamericana norte Piura, entre el cauce del rio Piura en el caserío la legua, con una progresiva de 992+346 km, en el distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura, se ubica a una latitud de 5°13'48.2" sur y 80°39'02.6" oeste, con una temperatura de 28 °C y una elevación de 29 m.s.n.m su clima es cálido en lo que va del año, su proyección de durabilidad es de aproximadamente de 100 años, aunque este tiempo puede ser menor dependiendo en las condiciones que se encuentre el sistema estructural.

El puente vial Miguel Grau está conformado por 2 carriles de un solo sentido, pero antiguamente era viable en direcciones opuestas, su longitud es de 300 metros y su ancho de losa de 8.50 metros, su vía peatonal tiene un ancho de 1.25 metros, compuesta de losa y barandas de concreto, en general su estructura es de concreto armado, tiene una distribución de 22 pilares circulares 2 en cada apoyo y una distancia de estribo-pilar de 23.40 metros y de pilar-pilar cada 24.40 metros, de su estructura total.

Dicha vía comprende la autopista principal donde transcurren vehículos de carga y una regular parte del sistema estructural está en deterioro por el paso del tiempo o por la excesiva carga distribuida o efectos del clima, se propone evaluar al problema estructural ocasionado en el puente

El puente en evaluación presenta algunas deficiencias considerables que podrían afectar y extenderse hacia la demás estructura tomando en cuenta el fluido del tráfico que transitan a cada momento y que este es un factor de rápido y aparente falla del viaducto.

Presenta como mayor daño las deformaciones en la superestructura, este es causado por el tráfico pesado ya que la estructura ha sufrido los estragos de recibir cargas brutas o flujo vehicular excesivo durante los años.

El enunciado del problema es propuesto a continuación ¿Qué escala determinara y evaluará las diferentes patologías del sistema del “Puente vial Miguel Grau, ubicada en el trayecto de la panamericana norte Piura, entre el cauce del río Piura en el caserío la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018”, obteniendo datos de la magnitud del daño y aplicando el estado regular para el mejoramiento o mantenimiento del puente considerado?

**Objetivo general:**

- El objetivo general del proyecto es Determinar y evaluar las patologías y la magnitud del daño ocasionado en el puente vial Miguel Grau, ubicada en el trayecto de pan-americana norte piura-caserio la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018, en ello se anotara lo imprescindible a la apreciación obtenida de las patologías en campo.

**Objetivo específico:**

- ✓ El objetivo específico se identifican a continuación:
  - identificar y determinar los diferentes problemas patológicos que se hayan encontrado en las estructuras de concreto armado del puente vial Miguel Grau, causantes del deterioro estructural.
  - Analizar los diferentes tipos de patologías encontradas en la estructura de concreto armado del puente vial Miguel Grau- la legua.
  - Evaluar y medir el nivel o grado de afectación de las patologías encontradas en la zona de estudio en donde se realiza la investigación a través de datos adquiridos en campo que nos permiten localizar los tipos patológicos que genera el daño en la infraestructura.
  - Evaluar y Determinar el estado y condición actual que se encuentra la estructura del puente Miguel Grau.

## JUSTIFICACION

En el proyecto la principal justificación, como primer criterio es identificar el problema que a consecuencia ha deteriorado el puente y fue lo que ocasiono el daño, la evaluación se realiza en el puente vial Miguel Grau ubicado en el trayecto de la panamericana norte piura-caserio la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018.

Se conoce que las diversas patologías presentadas en la estructura del puente es el primordial interés a evaluar y estudiar correspondiente a la zona afectada, determinando la magnitud del problema que está ocasionando la lesión estructural, este perjuicio es debido a la falta de mantenimiento a la estructura y que durante el paso de los años se ha ido deteriorando cada vez más, lo cual tiene que ser sometido a una exploración profunda para solucionar los inconvenientes patológicos mostrados en el campo.

Esta es una de las zonas más transitadas de la ciudad la cual se ha diseñado para vehículos de carga pesada, siempre expuesta al tráfico que ha ocasionado las lesiones estructurales debido al gran flujo de volumen vehicular y condiciones climáticas que ha sido uno de los factores principales que ha afectado y deteriorado el puente, que al respecto no consideran su reparación estructural.

Además en lo que respecta a este proyecto se tendrá en consideración los datos brindados del estudio de las patologías y así evaluar el nivel de daño ocasionado teniendo en cuenta la rehabilitación y mantenimiento de la estructura del puente que debe realizarse ya que su estado en deterioro puede resultar mucho más elevado en lo que respecta al presupuesto.

## **II.- REVISION DE LITERATURA**

### **2.1.-MARCO TEORICO:**

- La revisión de literatura del trabajo de investigación tuvo como función principal en su procedimiento la recolección de información de diferentes fuentes de navegación y exploración, como tal nos permitió encontrar distintas páginas Web tales como, revistas, guías, bibliotecas virtuales, proyectos de universidades, blogs etc. Ha sido de fundamental importancia para nuestra investigación y que nos ha brindado información actual respecto a patologías que presentan en su mayoría en la actualidad los puentes.

### **2.2.- ANTECEDENTES:**

#### **2.2.1.-ANTECEDENTES INTERNACIONALES:**

##### **2.2.1.1.-Análisis de patologías físicas de puentes vehiculares en concreto ubicado en la localidad de chapinero Bogotá D.C.**

(Jhon Edward Panqueva Rada –Colombia-2015)<sup>1</sup>

Este proyecto se basa en la recopilación de todos los proyectos de investigación realizados en la Universidad Católica de Colombia, para la realización de un mapa de Bogotá D.C donde se registren los problemas y afectaciones que sufren los puentes en las distintas localidades, determinando las diferentes patologías. Con el estado del arte llevado a cabo sobre el estudio de las causas probables de la patología así como su eliminación o prevención, se realizará éste documento que consolide esta información y que ilustre los temas relevantes y de interés para los casos particulares. En primer lugar, se realizó un análisis de los artículos encontrados en relación al tema de patologías físicas; posteriormente se efectuó una recopilación de información en instituciones privadas y públicas acerca de proyectos o contratos referentes al tema. Por otro lado se identificaron los temas tratados en los demás trabajos de grado.

De acuerdo a esto se realizaron visitas de campo y registro fotográfico a las patologías físicas evidenciadas en los puentes vehiculares de la localidad de Chapinero, para finalmente establecer un diagnóstico de la causa y efecto con el fin de indicar unas posibles soluciones e intervenciones.

▪ **OBJETIVOS:**

**1. Objetivo general.**

- Analizar las patologías físicas de los puentes vehiculares En concreto en la localidad de Chapinero.

**2. Objetivos específicos.**

- Inspección de la presencia de patologías físicas en los puentes vehiculares de La localidad de Chapinero.
- Determinar las causas de patologías físicas en los puentes vehiculares de Acuerdo a Los síntomas encontrados.
- Estimar los efectos producidos por la incidencia de las patologías físicas al no Ser intervenidas a tiempo.
- Analizar las patologías físicas inducidas por suciedad en los puentes vehiculares.
- Investigar sobre métodos y/o procesos para controlar, disminuir y/o prevenir la Presencia de patologías físicas en puentes vehiculares.



**Figura 01:** *Humedad causada por El inadecuado manejo del desagüe de Las aguas en los estribos del puente y a Su vez se presenta erosión mediante el Empuje de tierras debido al agua de Escorrentía y ambiente húmedo debido A la presencia vegetal.*



**Figura 02:** *Debido a las grietas enormes Existentes en el puente se presentan Infiltraciones en el concreto. Erosión en los Estribos por falta de control de las aguas de Escorrentía que provienen principalmente De la vía y el talud.*

## CONCLUSIONES

- Este proyecto se evidenció la presencia de humedad en un 80% en los puentes vehiculares inspeccionados.
- Debido a la humedad se encontraron rastros de musgo y hongos que en su crecimiento pueden causar daños mecánicos por acción de las hifas que penetran la microestructura del concreto. Por acción de las sales presentes en la orina es posible que se presente la reacción álcali agregados, si los agregados son reactivos con los alcalinos van a generar fisuramientos en el concreto

- El mantenimiento periódico a los puentes vehiculares en concreto es la mejor solución para prevenir la aparición temprana de patologías físicas en dichas estructuras. En Chapinero se constató que más del 80% de los puentes evaluados no presentaban mantenimientos recientes.
- Aunque no hace parte de esta investigación se indago acerca del posible tratamiento para la porosidad en el concreto que es la causa principal de múltiples patologías presentes en el concreto. En el mercado existen una gran variedad de productos para sellar los poros presentes en el concreto; por ejemplo, aplicando una mezcla de pasta sobre los poros.
- Realizar estudios determinados para verificar el nivel de severidad de las estructuras del puente calculando que aplicar a los puentes debido a la magnitud del daño que se ha ocasionado.

#### **2.2.1.2.- Evaluación, diagnostico patológico y propuesta de intervención del Puente romero Aguirre Cartagena-indias.**

(Cindy .A. Contreras P. y Erika Reyes.R, Colombia-2014)<sup>2</sup>

El presente estudio del proyecto tiene por objetivo realizar una evaluación cualitativa y diagnóstica patológica 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.

## ✓ DELIMITACIÓN ESPACIAL

Cartagena está localizada en el norte del departamento de Bolívar a orillas del mar Caribe. Se encuentra a 10° 25' 30" latitud norte y 75° 32' 25" de longitud oeste. Cartagena limita al oriente con los municipios de Santa Catalina, Clemencia, Santa Rosa, Turbaco y Turbaná; al norte y al occidente con el mar Caribe; y al sur con el municipio de Arjona.



*Figura 03.- Localización de la ciudad de Cartagena de Indias.*

*Fuente: Google Maps 2014*

- ✓ Este presente trabajo tuvo como objeto el puente Romero Aguirre, localizado entre los barrios Crespo y Cana pote en la zona norte de la ciudad



*Figura 04.- Localización del puente Romero Aguirre.*

*Fuente: Google Maps 2014*

## ▪ OBJETIVOS:

### 1.-Objetivo general

- ✓ Evaluar y diagnosticar los daños presentes en el puente Romero Aguirre, utilizando el Manual para la Inspección Visual de Puentes y Pontones de INVIAS (2006) y mediante la realización de ensayos no destructivos, con la finalidad de dar propuestas de intervención para el mantenimiento y rehabilitación de la estructura.

### 2. Objetivos específicos

- Analizar e identificar con base en el Manual para la Inspección Visual de Puentes y Pontones de INVIAS (2006) los daños presentes en el puente Romero Aguirre.

- Determinar mediante ensayos no destructivos como esclerómetro, prueba de Carbonatación y pacómetro de las condiciones estructurales del puente Romero Aguirre.
- Identificar cualitativamente la vulnerabilidad del puente.
- Construir un mapa de daños del puente Romero Aguirre.
- Generar propuestas de intervención para el mantenimiento y rehabilitación del Puente Romero Aguirre.

➤ Los daños más comunes encontrados en el puente son:

✓ **Barandas:**

Las barandas son sistemas cuya función primordial es retener y re direccionar los vehículos que se salen fuera del control de la vía, también para proteger al peatón de caer del puente. Sin embargo esta función se ve afectada cuando estos elementos están deteriorados. Las barandas del puente Romero Aguirre tienen un área de 775.44 m<sup>2</sup> aproximadamente y su EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE ROMERO AGUIRRE presentan notables y significantes daños entre los cuales están: Descascaramiento, exposición del acero, fisuras y grietas. Estos daños representan alrededor del 3,2% del total de daños en todo el puente.



*Figura 05.-Exposición de acero en barandas.*

✓ **Escaleras:**

El puente Romero Aguirre cuenta con dos accesos peatonales, estos dos sistemas de escaleras presentan gran deterioro, uno de estos accesos ubicado en el barrio Crespo no presenta barandas de seguridad lo que representa un peligro para los peatones.

El acceso ubicado en el barrio Canapote presenta un gran deterioro, desde el desprendimiento y oxidación de sus barandas hasta exposición del acero y desprendimiento del material.



*Figura 06.- Falta de barandas de protección en las escaleras.*

✓ **Sistema de pilas:**

Las pilas cuyo diámetro son de 2 metros y altura variante solo presentaron daños en un punto de una pila en el que se aprecia exposición del acero de refuerzo expuestas a agentes externos causantes de su deterioro.



*Figura 07.-Sistema de pilas.*

✓ **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

- Con esta investigación se logró identificar las patologías presentes en el Puente Romero Aguirre, lo cual permitió mostrar las condiciones físicas de la estructura. A partir de la metodología planteada en este proyecto se logró localizar y caracterizar los daños presentes en el puente, lo cual puede repercutir en la estabilidad futura de la estructura.

- Si estos problemas se identifican y caracterizan ayuda a tomar las precauciones para la protección o las medidas necesarias para el proceso de intervención y esto se obtuvo con lo planteado en la metodología a través de imágenes detalladas del estado de los elementos que constituyen el puente, inspección visual detallada y ensayos no destructivos.
- La inspección visual por sí sola no es diagnóstico del estado de los elementos de la estructura, puesto que con esta no se conocen las propiedades mecánicas de los elementos. Debido a las limitaciones que se tenían no se pudo realizar ensayos destructivos, estos permiten evaluar las propiedades de los materiales, pero con estos dependiendo del ensayo es necesario la destrucción o degradación del área que se quiere estudiar.
- Mediante el estudio patológico se encontraron resultados esperados, las patologías encontradas van acorde con las condiciones a las que está sometida el puente, en los elementos se encontraron fisuras, grietas, exposición del acero de refuerzo, pérdida de material, producto del ambiente y condiciones a las que está sometido, se pudo observar en gran porcentaje los elementos que están siendo afectado por la corrosión del acero de refuerzo siendo esta ultima el tipo de lesión más común en el puente Romero Aguirre.
- Los mayores daños se presentaron en los elementos no estructurales como los andenes y barandas los cuales representan un daño del 6,4% en su totalidad, lo equivalente a 0,5%, 5,7% y 20,6% de daños en las áreas correspondientes a andenes y barandas en la calzada 1, calzada 2 y calzada 3 respectivamente y para el caso de los ensayos no destructivos.

### **2.2.1.3.- Evaluación, diagnóstico, patología y propuesta de intervención del**

#### **Puente sobre el caño el zapatero a la entrada de la escuela naval almirante**

#### **Padilla Cartagena D.T.**

(María Serpa.I y Lina Samper.P, Colombia- 2014)<sup>3</sup>

En el presente estudio se realizó una evaluación cualitativa y diagnóstico patológico del estado del puente sobre el caño “El Zapatero” frente a la escuela naval Almirante Padilla de Cartagena de Indias.

Los puentes son estructuras viales que se construyen por necesidades urbanas o rurales, apuntando al crecimiento y desarrollo de la infraestructura vial de un país, son tan antiguos como la civilización misma, ya que desde el momento que alguien cruzó un tronco de árbol para atravesar una zanja o un río, empezó su historia.

#### **Objetivos:**

##### **1. OBJETIVO GENERAL.**

- Evaluar y diagnosticar el puente ubicado a la entrada de la escuela naval “Almirante Padilla”, mediante pruebas y ensayos no destructivos, con el fin de proponer alternativas de solución a las patologías que se encuentren.

##### **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar los factores físicos, químicos, mecánicos y biológicos que tienen impacto sobre la estructura.
- Evaluar y diagnosticar el estado de los diferentes elementos estructurales que conforman el puente.

- Realizar ensayos no destructivos para determinar las distintas patologías que agreden la estructura.
- Generar un pronóstico sobre el comportamiento futuro de los elementos afectados, con el fin de determinar la terapia o intervención apropiada que se debe realizar en el puente.

✓ **DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Este trabajo de investigación se realizó en el municipio de Cartagena, departamento de Bolívar. Las coordenadas geográficas de esta localidad son 100 24' 30" Latitud Norte, 750 30' 25" Longitud Oeste. Este municipio posee una población 944.250 habitantes y una superficie de 709.1 km<sup>2</sup>, se encuentra a 2 msnm y su temperatura promedio de 280 C. Este estudio se realizó más exactamente en el puente ubicado sobre el caño “El Zapatero”, a la entrada de la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla” en la Isla de Manzanillo.



*Figura 08. Ubicación del Municipio de Cartagena en Colombia.*

*Fuente: Google Earth 2013*



*Figura 09.-Ubicación del Puente sobre el caño de Manzanillo “El Zapatero”.*

*Fuente: Google Earth 2013*

✓ **Superestructura:**

El tablero es una placa maciza con capa de rodadura en pavimento rígido, apoyada sobre vigas transversales secundarias con ancho variable y espaciamiento de 2,18 metros, y dos vigas longitudinales con alineamiento curvilíneo a lo largo del tablero. Luego de las pilas también cuenta con riostras transversales y vigas longitudinales con alineamiento curvilíneo. Estas vigas longitudinales se encuentran en ambos extremos de la estructura y están suspendidas, con pernos metálicos huecos, por dos arcos parabólicos de sección variable y alineamiento curvilíneo.



*Figura 10.- Riostras y vigas longitudinales entre pilas.*

*Fuente: Autores.*

✓ **Juntas:**

Las juntas se encontraban en bastante mal estado pero el día 23 de Septiembre del 2014 se realizó un cambio por juntas dentadas en el interior del puente ya que antes presentaba rotura de soldadura en sus perfiles metálicos, desportilla miento y desgaste en un 80% de su totalidad, lo que no permitía el movimiento de expansión y contracción térmica.



**Figura 11.-** A la Izquierda, Registro fotográfico de juntas de dilatación en mal estado.

A la derecha, fotografía del cambio de juntas de expansión.

**Fuente:** Autores.

▪ **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :**

- El desarrollo de la presente investigación ha logrado identificar cada patología presente en el puente sobre el caño “El Zapatero” al frente de la escuela naval Almirante Padilla de Cartagena de Indias

- Siguiendo la metodología propuesta en el inicio del proyecto y en estudios previos, se logró localizar y caracterizar las enfermedades que fustigan el puente y que colocan en tela de juicio su estabilidad a futuro. A partir de estas metas, se logró valorar el estado actual de la estructura en mención.
- Los autores consideran importante y gratificante los resultados observados ya que pueden servir como base en un futuro para una posible intervención del puente. El puente ubicado sobre el caño “El Zapatero” frente a la escuela naval Almirante Padilla a sus 18 años de edad se encuentra en buen estado, debido a la alta calidad en diseño, materiales y el cumplimiento estricto de las normas especificadas para su construcción. Los autores consideran que los problemas y patologías que presenta son por falta de mantenimiento.
- Comparado con los estudios existentes de otros puentes se pudo evidenciar que las causas con más probabilidad de ocasionar patologías y daños en la estructura son los mismos: corrosión, desgaste de rodadura, taponamiento y desgaste de juntas, impactos mecánicos e infiltración. En cuanto a la resistencia del concreto, la carbonatación y el espesor de recubrimiento de sus componentes estructurales se puede decir que se encuentra en óptimo estado sin riesgo de un colapso inminente por una falla estructural.
- Los autores consideran que las autoridades competentes deben implementar un plan de mantenimiento a este tipo de estructuras a nivel de toda la ciudad, para prevenir daños futuros, salvaguardando la integridad de quienes transitan por los mismos. En general, se alcanzaron todos los objetivos específicos propuestos al iniciar esta investigación, ya que se determinaron los factores físicos, químicos, mecánicos y biológicos que tienen impacto sobre la estructura

## **2.2.2-ANTECEDENTES NACIONALES:**

### **2.2.2.1.- La evaluación preliminar del puente chillón km. 24+239. Carretera panamericana norte habich – intercambio vial ancón, para posible intervención preventiva**

(Richard Sáenz .A, Lima - 2016)<sup>4</sup>

El estudio consiste en una evaluación preliminar de la estructura del puente ubicado sobre el río Chillón en el km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte, con el Objetivo de verificar si la evaluación preliminar del Puente Chillón determina su intervención preventiva, a fin de mantener las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad, asegurando su funcionalidad y garantizando el abastecimiento de la ciudad de Lima a través de los valles de la costa Norte y Oriente del país.

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

#### **Objetivos**

##### **1.-Objetivo General**

- ✓ Explicar de qué manera, la evaluación preliminar del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.

## 2.-Objetivos Específicos

- ✓ Explicar de qué manera la resistencia actual del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.
- ✓ Explicar de qué manera el nivel de carbonatación del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva.
- ✓ Explicar de qué manera los factores externos del concreto del puente Chillón km. 24+239 de la carretera Panamericana Norte Habich – intercambio vial Ancón determina su posible intervención preventiva

### ➤ **Superestructura :**

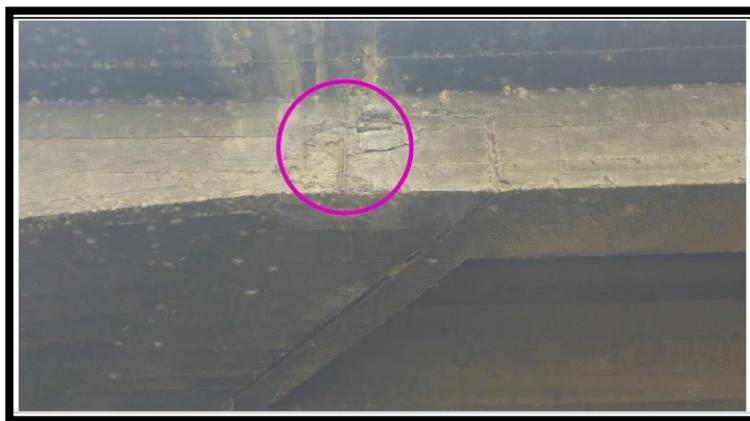
#### ✓ **Vigas**

Se propone corregir a la brevedad la exposición del acero de los estribos por corrosión y humedecimiento por la obstrucción del sistema drenaje de la viga longitudinal que forman parte del tablero norte ubicada al oeste. Así como de la viga que esta hacia el oeste en las progresivas 0+42.80 en la dirección norte sur, partiendo desde el estribo lado norte y en la viga central del mismo paño.

Se propone poner operativo el Aparato de Apoyo de la viga central en la progresiva 0+78.90, cambiando la madera actual por neopreno según normas de diseño. En la evaluación preliminar, se ha detectado múltiples fallos en estos elementos de apoyo, debido a las malas condiciones de puesta en obra, aunque no por ello se deba descartar otros defectos como errores de proyecto o defectos de los materiales.



**Figura 12.-** Se observa que el Aparato de Apoyo de la viga central en la progresiva 0+78.90 presenta Inoperancia, toda vez que ha sido reemplazado por madera. También observamos la grieta Generada en la parte inferior del tablero.



**Figura 13.-** La viga longitudinal que forman parte del tablero norte ubicada al oeste, presentan exposición del acero de los estribos por corrosión y humedecimiento por la obstrucción del sistema drenaje.

➤ **Veredas y Sardineles:**

Las veredas de la estructura presentan despostillamiento en un 29.52% del total de veredas y el 18.46% corresponde al lado izquierdo donde también se encuentra fisurado, por lo tanto es necesario la demolición y reemplazo de la longitud afectada de cada lado para garantizar la seguridad de los peatones. En la dirección norte sur, partiendo desde el estribo lado norte; en las 0+25.75 y 0+42.80 progresivas, se observa

Desprendimiento de trozos de veredas, por la falta de un sello adecuado de la junta del tablero, se recomienda demoler y reemplazar estas veredas.



**Figura 14.-** observar en la foto de marzo del 2014, la existencia del sistema de drenaje, el cual a quedado totalmente sellado al elevar el nivel de la carpeta asfáltica en ambos lados de la via, tal Como lo muestra la foto de octubre del 2016, se divisa también la vereda en precarias condiciones este Evento está sobrecargando al puente.

➤ **Barandas:**

Las barandas de concreto con fisuras y despostillamiento deben ser intervenidas en forma periódica. Los parantes que presentan desgaste de concreto deben ser reemplazados inmediatamente, así mismo corregir las que tengan el acero expuesto. Hacia el oeste en las progresivas 0+25.75 y 0+42.80 en la dirección norte sur, partiendo desde el estribo lado norte, se observan justo donde están las juntas de dilatación del tablero del puente se evidencia deformaciones longitudinales en las barandas, lo que implica que es la estructura del puente la que se está asentando.



*Figura 15.- Se observa sobre la losa de aproximación hacia el oeste, acero vertical expuesto. En la otra Toma se observa fisuras diagonales, despostilla miento y desgaste del concreto en las barandas De concreto sobre el puente.*

➤ **Pilares:**

Los Pilares, generalmente están expuestas a socavación y/o asentamiento. La inestabilidad estructural del pilar, es producida por el asentamiento o la socavación, que se identifica por irregularidades en la nivelación longitudinal del tablero de la superestructura. También por la formación de remolinos en el cauce cerca de la cimentación de los pilares, lo que representa una socavación en proceso.

Verificar las deformaciones o rotaciones de los pilares producto del asentamiento de su cimentación, para lo cual este componente no está preparado estructuralmente. Este tipo de asentamiento se evidencia por las deformaciones longitudinales en las barandas; Deterioro del concreto en la línea de agua; Deterioro del concreto en la zona de los apoyos; Desplomes generados por la socavación lateral del cauce sobre las cimentaciones de los pilares.



*Figura 16.- se puede observar además que los pilares Tiene una capa de un material impermeabilizante, sin embargo el ataque al concreto sigue su Curso, lo cual puede comprometer la armadura de los pilares.*

#### ▪ CONCLUSIONES

- La evaluación preliminar del puente chillón Km 24+239 Panamericana Norte, indica una intervención preventiva inmediata del puente Chillón, toda vez que se evidencia la falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, lo cual viene deteriorando las estructuras del puente Chillón, los mismos que se traducen en aceros expuestos en vigas, fisuras, grietas y desprendimiento de concreto en vigas, pilares, tablero y barandas; obstrucción del sistema de drenaje y de las juntas en el tablero, entre otros.
- La profundidad de carbonatación es de hasta 2.00 cm y el acero se encuentra a una profundidad de hasta 5cm, lo cual es aceptable para una estructura con más de 60 años de edad, por lo cual podemos decir que el acero de refuerzo no se ve comprometido ni en riesgo de una posible corrosión en general, salvo en las vigas y pilares indicados.

- Por lo cual el nivel de carbonatación no determina la intervención preventiva de manera inmediata del puente sobre río Chillón.
- Factores físicos: Disminución del cauce natural del río, desgaste del concreto en las barandas del puente; desgaste; Desprendimiento en Vigas transversales; Desprendimiento de concreto en veredas.
- Factores mecánicos: Fisuras en veredas, obstrucción de juntas, despostillamiento de veredas y barandas. Deformaciones longitudinales en las barandas, humedecimiento y secado pilares. microfisuramiento, fisuramiento y grietas en los pilares del lado sur. Agrietamiento del tablero en su parte inferior. Fisuras en vigas transversales.
- Factores químicos: corrosión del acero en vigas longitudinales, grietas y fisuras en pilares producidos por corrosión del acero, carbonatación del concreto.

#### ▪ **RECOMENDACIONES**

- Dado los indicios encontrados en la evaluación preliminar de los pilares, se recomienda un estudio muy detallado del puente que incluya la evaluación de la capacidad del puente para las condiciones actuales.
- Los resultados del estudio deben servir para implementar una política más agresiva y técnica de mantenimiento de puentes en nuestro país, por ello, el Sistema de Administración de Puentes del M.T.C, debe estar operativo 100%, toda vez que permitirá organizar y llevar a cabo las actividades relacionadas con la planificación, evaluación técnica, mantenimiento, rehabilitación, reposición y construcción, de puentes.
- Se debe capacitar, incentivar y concientizar a los nuevos profesionales en el desarrollo de una cultura de conservación vial, basada en la prevención.

### **2.2.2.2.-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.**

(Andia E. Chimbote - 2016)<sup>5</sup>

Esta investigación, es una Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en la en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica los Ángeles de chimbote-Chimbote Perú. Para responder a esta interrogante se planteó como

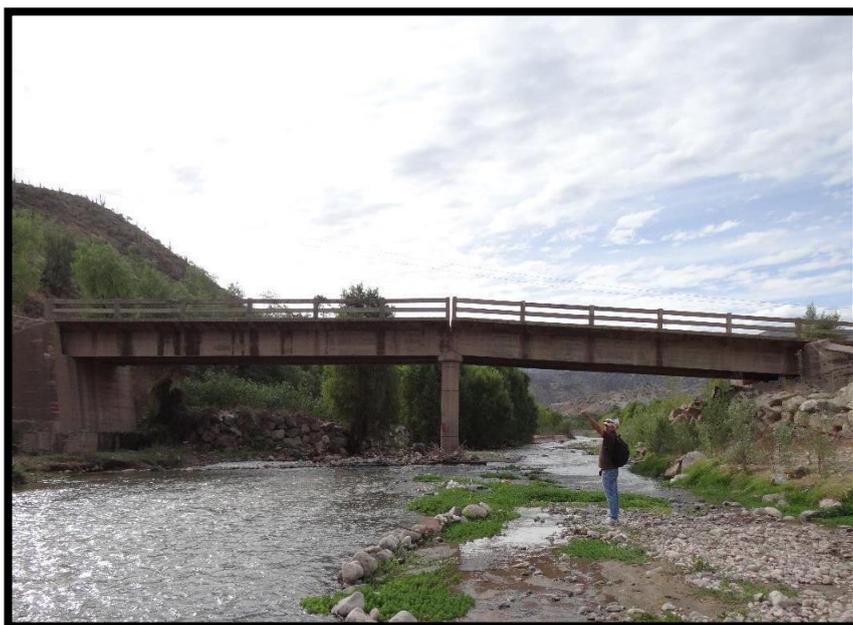
**objetivo general:** Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanchará de tipo viga- losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho. Entonces parta alcanzar el objetivo general los **objetivos específicos** fueron:

- Identificar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.
- Analizar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.
- Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.

**En los Resultados** el objetivo principal de la presente investigación fue determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, por lo cual presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva, y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados. Cabe indicar que en este capítulo se incluyen los resultados por cada unidad de Muestra evaluada en función:

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

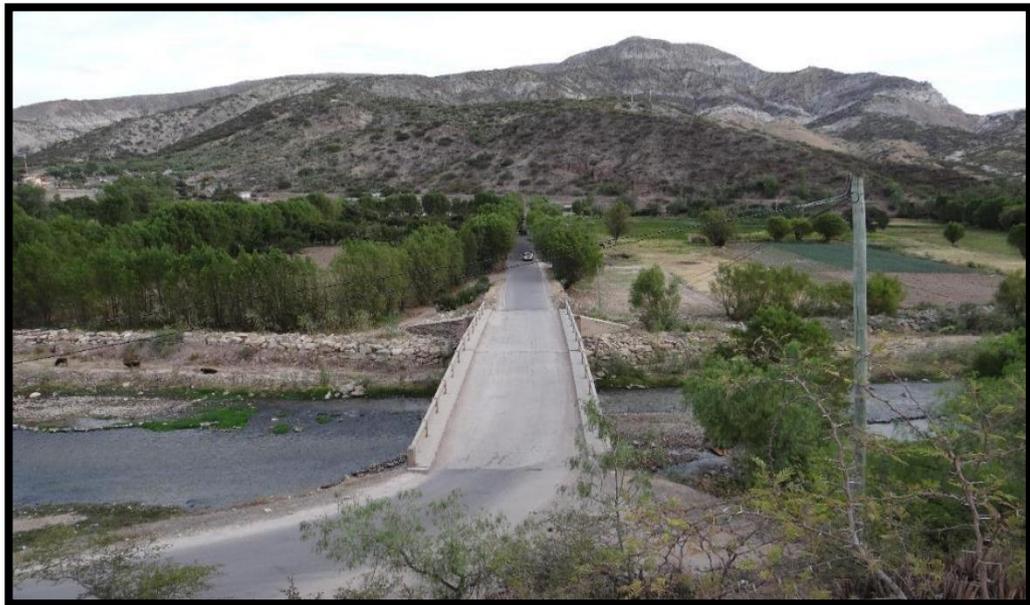
Debo señalar que la evaluación de las patologías del puente Chanchará, se realizará siguiendo el orden de la tabla 2, se analizará con un método científico inductivo ya que se evaluará primero los componentes, para llegar a la conclusión de los elementos, luego de estas se hará una conclusión en los tramos, para después realizar la conclusión final que es el puente. La orientación de donde se observará el puente, será de aguas abajo como se muestra en la figura:



*Figura 17. Tramos del Puente a evaluar.*

- Dentro de las **conclusiones** en el trabajo de investigación tenemos:
- El marco teórico de la presente investigación estableció un sistema coordinado y coherente de conceptos y conocimientos que permitió abordar el problema de investigación de la manera más adecuada.
- Los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho; fundamentalmente son eflorescencia con 229.42 m<sup>2</sup> equivalente a (25.44%), seguido de fisuras con 158.78 m<sup>2</sup> equivalente a (17.61%), erosión por abrasión con 143.12 m<sup>2</sup> equivalente a (15.87%), desprendimientos con (7.35%), fracturas (6.17%), grietas (5.84%), humedad (5.53%), erosión por cavitación (4.49%), corrosión de concreto (3.12%), impactos (2.52%),

- Colonización (2.14%), lixiviación por aguas blandas (2.11%), y finalmente socavación (1.83%), estas son las patologías de mayor incidencia que han ocupado más áreas en el Puente Chanchará en sus diferentes componentes.
- Para saber el nivel de severidad en el puente se ha evaluado por tramos, las cuales han sido comparadas como se observa en la figura 107; donde el tramo I tiene nivel de severidad Regular (2) y el tramo II tiene nivel de severidad Pésimo (5).
- Finalmente en la figura 108, se observa que 60.46% tiene patologías de afectación al Puente, por lo tanto podemos concluir que el estado actual del puente tiene nivel de severidad Muy Malo (4), según la tabla del MTC – 2006, debido a la socavación que existe en el estribo izquierdo.



*Figura 18.-Fotografías de la Zona de Estudio.*

### **2.2.3.-ANTECEDENTES LOCALES:**

#### **2.2.3.1.- Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 mts, en el distrito de amotape, provincia de Paita.**

(Carlos Farfán .M, Piura - Abril 2018)<sup>6</sup>

Esta Investigación , ha tenido como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, el cual nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en dicho puente, En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los métodos y los tipos de daños que sufre el concreto armado en los elementos estructurales.

El Puente Simón Rodríguez se encuentra ubicado en el distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, se localiza en una Latitud Norte 5°5'21" S, Longitud 81°6'52" O, con una altitud de 16 msnm y una temperatura máxima 40°C en verano y 17°C en invierno, tal es así que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas del año, durante el día el sol calienta la superficie y por la noche se enfría rápidamente produciendo cambios de temperaturas relativas, por tal motivo se necesita un nivel técnico que sea apropiado para su ejecución.

#### **• OBJETIVOS:**

##### **1.-OBJETIVO GENERAL**

- Para responder esta interrogante planteada se tuvo como **objetivo general** : Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Puente Vehicular Simón Rodríguez ,con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura.

## **2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Identificar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, Abril – 2018.
- Analizar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, Abril - 2018.
- Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez con una longitud de 423.80 m, del distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, Región de Piura, Abril – 2018.

### ➤ **Análisis de Resultados.**

- De acuerdo a la tabla, los tipos de patologías existentes en la estructura de puente y la totalidad de áreas afectadas por patología en ello la patología que tiene mayor incidencia son las Fisuras 361.16 m<sup>2</sup> equivalente a (33.05%), seguido de Eflorescencia con 211.32 m<sup>2</sup> equivalente a (19.34 %) y Desprendimientos con 130.52 m<sup>2</sup> equivalente a (11.95 %) , estas son las patologías de mayor incidencia que han ocupado más áreas en el Puente Simón Rodríguez en sus diferentes elementos (componentes del puente).
- El tramo I del puente, donde se puede determinar áreas totales en función a componentes o muestras evaluadas, se puede observar que las muestras de mayor área afectada son Losa de Aproximación que tiene el (52.59%) de área afectada, seguido de las juntas de expansión que tiene el (48.89%) de área afectada,

Fundación del pilar central derecho que tiene el (48.23%) de área afectada, barandas con (27.94%) de área afectada y el Estribo derecho con (25.79%).

- los resultados se refieren al tramo II del puente donde se puede determinar áreas totales en función a componentes o muestras evaluadas, para ello se puede observar que las muestras de mayor área afectada son Losa de Aproximación que tiene el (55.71%) de área afectada, seguido de las juntas de expansión que tiene el (47.58%) de área afectada, fundación del pilar central Izquierdo que tiene el (39.30%) de área afectada, y el pavimento con (30.00%), cabe resaltar que las áreas más afectadas en los componentes del puente se deben a la presencia de patologías de menor o mayor severidad. En las figuras 153 y 154, hace referencia al nivel de severidad del tramo I y del tramo II respectivamente, se puede observar que en el tramo I tenemos varios componentes del puente que están en una regular condición, cabe mencionar que en la inspección realizada de la losa de aproximación y juntas de expansión se le ha calificado de forma Preocupante, por qué pero existen en estos elementos patologías con un nivel de severidad Preocupante, esto debido al tránsito pesado que circula por la zona, también hay elementos estructurales que se encuentran en buenas condiciones como son el tablero, las vigas que lo sostienen y los pilares que las soportan y así mismo se califica al tramo I como regular (2).
- En el nivel de severidad del tramo II, se observa que hay componentes que están calificadas de forma regular como es el pavimento, pilares, vigas principales, a estos cabe recalcar que la losa de aproximación y la fundación del estribo izquierdo, se encuentra según la observación con un nivel de severidad Preocupante (3), ya existen varias zonas en mayor grado, pero el tramo II se califica como regular, Según la tabla de la M.T.C. – 2008.

- De los resultados tenemos a la totalidad de muestras evaluadas conjuntamente con el reporte de áreas totales, áreas afectadas, no afectadas, porcentajes y niveles de severidad de cada muestra, en la figura 162 se puede apreciar el porcentaje de afectación del total de las muestras del puente.
- se ha determinado el acumulado de niveles de severidad entre los 2 tramos del puente, en ello se puede apreciar claramente que el tramo I tiene mayor nivel de severidad regular(2) a comparación del tramo II , que tiene componentes en buenas condiciones.
- De los resultados agrupados de la tabla 35, podemos definir que el 16.06% tiene patologías en los elementos estructurales del puente Simón Rodríguez del distrito de Amotape, y se encuentra en un nivel de severidad (2); por lo tanto su estado actual es Regular.

#### ▪ **CONCLUSIONES**

- Los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales del puente Vehicular Simón Rodríguez, son fundamentalmente : **Fisuras (33.05%)**, seguido de Eflorescencia (19.34%), Desgaste superficial (11.97%), Desprendimientos (11.95%), Pulimento de agregados (8.99%), Filtración (Humedad) (5.19%), Desintegración (3.77%), Impactos (1.41%), Corrosión por picaduras (1.03%) y finalmente Grietas (0.84%), son las patologías de mayor incidencia en los elementos estructurales del puente.
- La patología que tiene mayor incidencia en los elementos estructurales del puente Simón Rodríguez son las Fisuras.
- El Puente Simón Rodríguez tiene un nivel de severidad Regular (2).

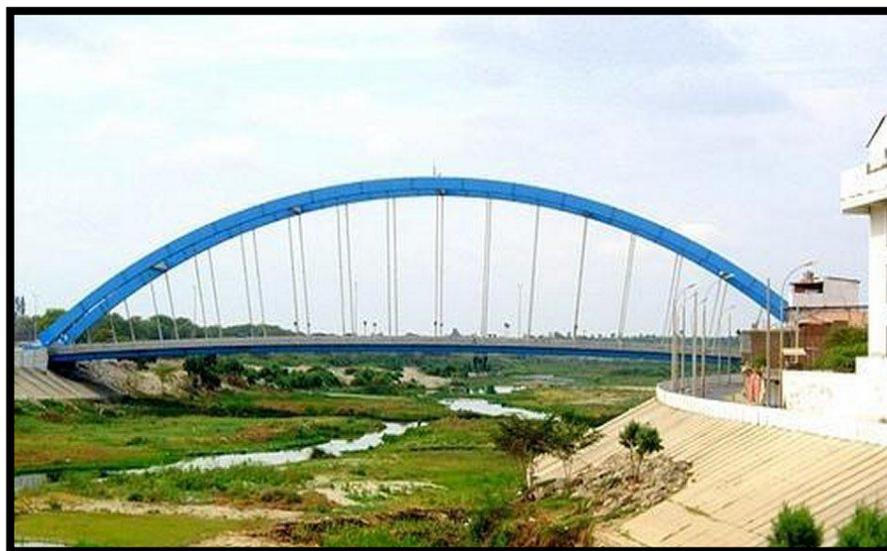
## ▪ **RECOMENDACIONES**

- Para realizar la reparación de la Patología **Fisuras** se recomienda: hacer aislamiento del área deteriorada, Remoción del concreto deteriorado, reparación de la base y drenaje (si es necesario), estar pendiente en la colocación y acabado del concreto nuevo, teniendo en cuenta el curado, protección del concreto, corte y sellado de las mismas.
- Para realizar la reparación de la Patología **Eflorescencia** se recomienda: Disolver los cristales con agua a presión y retirarlos con un cepillo de cerdas naturales, para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca. En caso contrario, las sales se disolverán de nuevo en el interior de ésta. Así mismo se debe utilizar un sellador adecuado.
- Para realizar la reparación de la Patología **Desprendimiento** se recomienda: Utilizar el procedimiento denominado reparación de espesor parcial. Recubrir con una mezcla de concreto nuevo, teniendo en cuenta el incremento de las irregularidades (IRI, Índice de Rugosidad Internacional) que ello significa.
- Para realizar la reparación de la Patología **Desgaste superficial** se recomienda:.. remoción del pavimento. Consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica (en frío o en caliente) áreas localizadas que presenten agrietamientos, deformaciones, hundimientos y/o disgregación. El procedimiento consiste en limpiar la superficie, aplicar el riego asfáltico, extender y compactar la mezcla de espesores por lo general entre 2 y 4 cm.
- Para realizar la reparación de la Patología **Pulimento de agregados** se recomienda: Fresar para mejorar la textura del pavimento, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: establecer como es la condición del pavimento, definir la cabeza de fresado adecuada y estar pendiente de la máquina de fresado para que se haga adecuadamente.

**2.2.3.2.-Evaluación Técnica de las Estructuras de los Puentes Carrozables de la Región Piura – 2014: Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia, y la Influencia Patológica en su Vida Útil. Piura, Marzo – 2014.**

(Ipanaqué J. Piura - 2014)<sup>7</sup>

Este presente investigación es una tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en la universidad católica los Ángeles de Chimbote. **El Objetivo general**, en el presente proyecto se determinó y evaluó las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la región de Piura y con ello su grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes.



*Figura 19.- Puente Bolognesi - Piura.*

**El resultado** es la determinación del grado de daño por las patologías de los componentes del Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia de la Región de Piura, en función a los resultados obtenidos de acuerdo a la guía de inspección para puentes (MTC-Perú); 2006.



*Figura 20.- Puente Miguel Grau - la legua Piura.*

**Las conclusiones:**

- En el presente estudio se ha hecho los estudios de cuatro (7) puentes analizando cada uno de ellos en el contenido.
- En lo que concierne al pavimento del puente, este presenta desgaste por el continuo tránsito, asimismo, las juntas de expansión de ambos puentes se encuentran en mal estado de conservación.
- Las patologías más incidentes son: grietas, deterioro, deformación, eflorescencia, oxidación, básicamente presentes en los accesorios del puente (barandas, pavimento, junta de expansión, veredas, etc.).



*Figura 21.- Puente Independiente - Piura.*

## 2.3.-MARCO CONCEPTUAL:

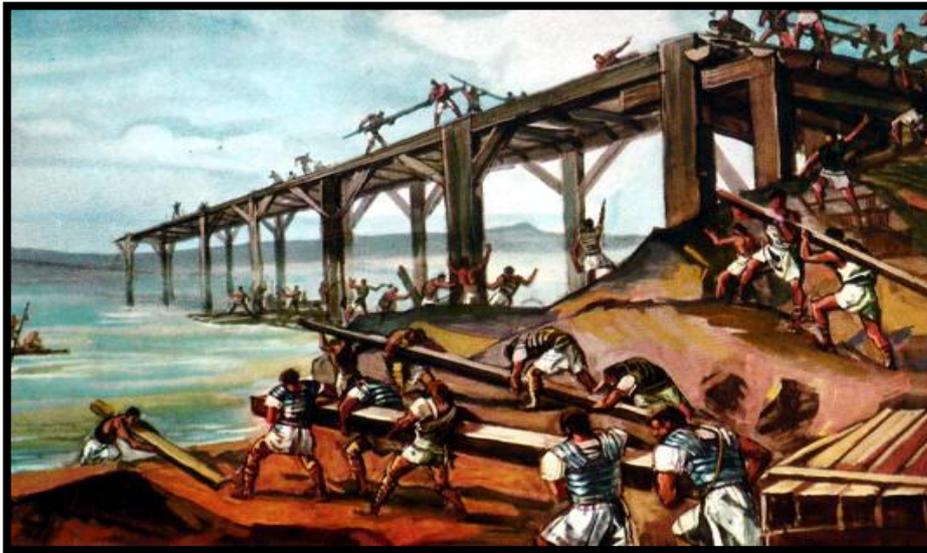
### 2.3.1.-HISTORIA DE PUENTES:

#### ➤ **-HISTORIA DE LA CONSTRUCCION DE PUENTES EN LA ANTIGÜEDAD:**

#### HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

(Atlas Tomo II)<sup>8</sup>

- Los puentes constituyen, un elemento de extrema importancia en la construcción de una red de carreteras. Durante mucho tiempo el hombre no pensó (o carecía de las condiciones de materiales para su realización en la práctica) en unir a través de un pasaje sobre elevado dos tramos de carretera separados por un curso de agua, acaso también porque las sendas lo conducían hacia los lugares donde resultaba más fácil la prosecución de la marcha. Resulta lo más probable que los primeros puentes fuesen simples troncos de árboles dispuestos de tal modo que permitiesen vadear un río o un torrente.
- También en la historia de la ingeniería estructural. El problema de pasar un vano construyendo una estructura fija se ha repetido a lo largo del tiempo con distintas soluciones. Según se fue avanzando en el conocimiento de los materiales y la forma en que éstos resisten y se fracturan hizo que se construyeran cada vez puentes más altos y con mayor vano y con un menor uso de materiales. La madera quizás fuese el primer material usado, después la piedra y el ladrillo, que dieron paso al acero y al hormigón en el siglo XIX. Y aún la evolución continúa hoy en día: en la actualidad nuevos puentes de fibra de carbono son diseñados con luces mayores y espesores nunca antes vistos, dicho puente según el testimonio de los historiadores griegos, tenía una longitud superior a 900 m, cifra que indica asimismo la anchura del río en aquel punto, y contaba con 100 pilares de piedra que sostenían una plataforma, construida de vigas de palmera estrechamente ligadas entre sí con lianas y que estaba cubierta por un techado.



*Figura 22.-Construcción de un puente de madera sobre el Río. La rapidez con que se construyó dicho puente permitió que el gran conquistador romano sorprendiera y derrotara a las tribus germánicas que intentaban penetrar en Occidente.*

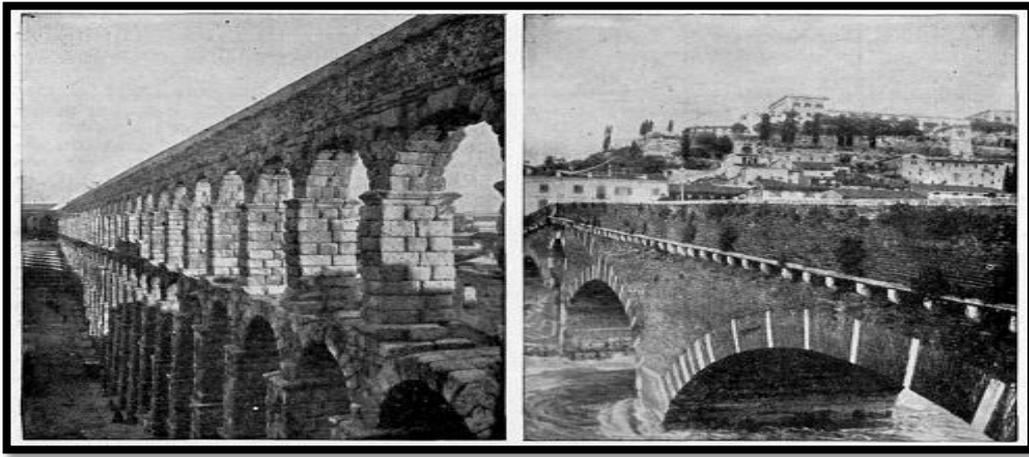
- El gran número de pilares y el escaso espacio que distaba uno de otro, alrededor de 5 m, daba lugar a una notable irregularidad en el fluir de las aguas del río, ocasionando frecuentemente obstrucciones y encharcamientos en las épocas de crecida.
- Los puentes romanos, que a pesar del desgaste soportado durante los dos mil años que nos separan de ellos toleran todavía la acción de la intemperie y se muestran capaces de resistir el peso del tráfico moderno, constituyen uno de los testimonios más impresionantes de la genial capacidad arquitectónica de los antiguos romanos, los cuales, según parece, aprendieron de los etruscos los rudimentos o principios fundamentales de esta técnica constructiva, pero supieron desarrollarla más tarde de modo autónomo con resultados admirables y que ni decir cabe que superaron ampliamente cuanto aprendieron de sus maestros.
- Hasta la introducción del hormigón armado y del acero como materiales de construcción, que abrieron un nuevo capítulo en la historia de la arquitectura y de las comunicaciones terrestres, los puentes romanos constituyeron modelos insuperados y prácticamente insuperables que atrajeron de modo constante la atención de los arquitectos

de los siglos posteriores, Una vez trazado este somero cuadro de las redes de carreteras y de comunicaciones de la antigüedad, no queda ya más que examinar las características de los vehículos de más amplia difusión en el mundo grecolatino.

▪ **AMPLIACIÓN DEL TEMA SOBRE LOS ANTIGUOS PUENTES:**

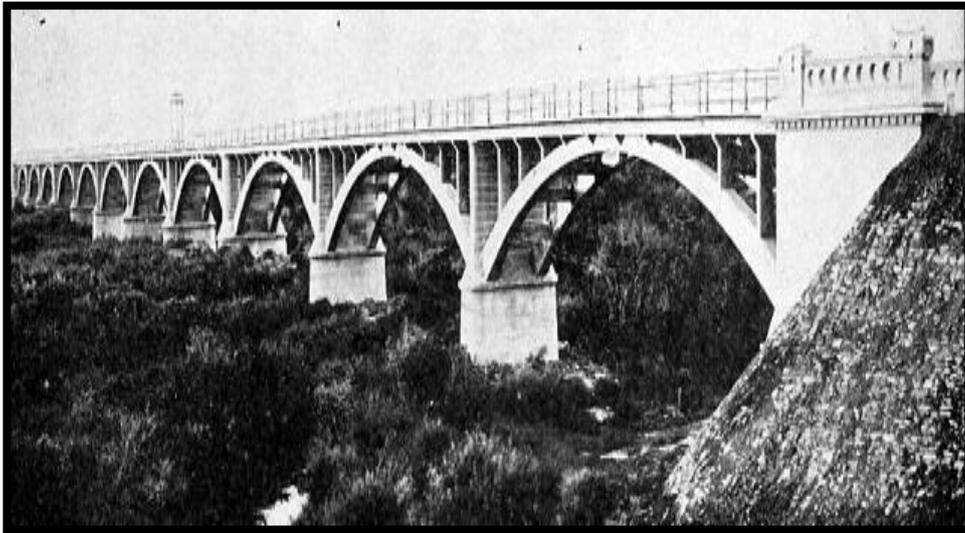
(Enciclopedia britannica .inc, 2012)<sup>9</sup>

- La verdadera historia de la construcción de puentes, tal como hoy la entendemos, comienza, sin embargo, con los inmensos acueductos de obra romana, algunos de los cuales sobreviven, casi intactos, hasta nuestros tiempos. Uno de los arcos más antiguos es el de la Cloaca Máxima, la gran alcantarilla romana, que data del año 615, antes de Jesucristo. Dicho arco tiene 4,25 metros de luz. Acueductos de este origen existen todavía en Roma y en varios sitios de sus antiguas provincias, especialmente en las Galias y en España. Muchas de estas construcciones datan, aproximadamente, de la Era Cristiana, y algunas de ellas prestan servicio todavía. Puentes construidos con vigas de madera descansando sobre estribos de piedra o sobre cajones llenos de piedra y aun sobre arcos de madera, como el puente de Trajano sobre el Danubio, eran comunes en los primeros siglos de nuestra Era.
- Los primeros puentes sobre el Támesis eran de madera. Uno de ellos es mencionado hacia el año 994. El primer puente de madera, el llamado « Antigo puente de Londres », fue comenzado a construir en el año 1176 por Peter, el puente consistía en 19 arcos, y sostenía casas de madera. Los estribos eran grandes y sólidos, y los arcos, muy pequeños, y se perdieron muchas vidas por zozobrar allí las embarcaciones. A principios del siglo XVIII todavía existían bajo dos de los arcos del puente ruedas de paletas para elevar el agua del río. Estas ruedas o aceñas giraban con la marea, y el sentido de su rotación cambiaba con el flujo y reflujo.



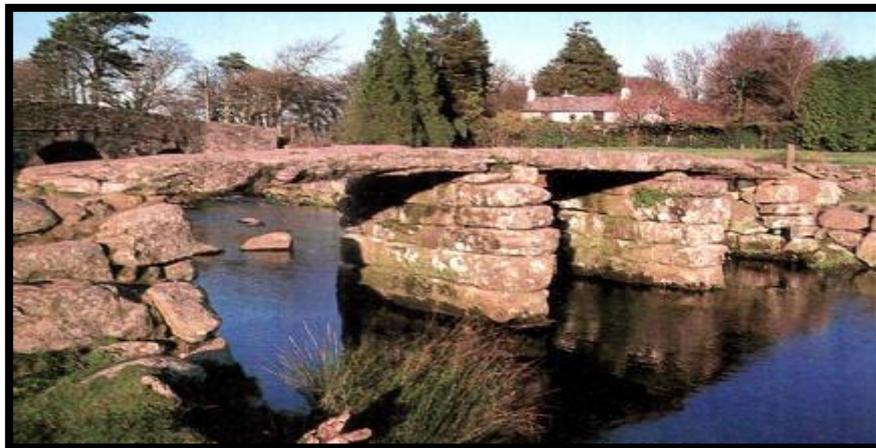
*Figura 23.-puente Pietro de Verona, derecha, acueducto de Segovia, izquierda, que a Resistido victoriosamente el paso de los siglos.*

- La causa de que estas estructuras hayan durado tanto tiempo es que los cimientos eran muy sólidos. Los romanos construían sobre haces de pilotes rellenos y rodeados de cemento. La acción constante de la fuerza de las corrientes y sus efectos excepcionales en los tiempos de crecida, que minaron y destruyeron centenares de puentes construidos posteriormente en la Edad Media, y aun en el siglo XVIII, no ha llegado a hacer mella en construcciones más antiguas.
- Han sido empleados en su construcción no menos de 421.500 metros cúbicos de hormigón y 1.015.000 kilogramos de acero. Todos los cimientos se han construido profundizando hasta encontrar la roca viva, y esto ha requerido, en el caso de dos de los estribos, una excavación de 29 metros de profundidad.
- Sin embargo, cualquiera que sea el nuevo material empleado, los antiguos modelos de construcción de puentes permanecen. Cuando empezó a usarse el hierro colado, se conservó la forma arqueada del puente de piedra en las construcciones con el nuevo material; y del mismo modo, cuando vino después el hierro forjado, las sólidas vigas de este material reprodujeron las armaduras y disposiciones de las vigas de hierro colado usadas antes en la construcción de viaductos y de puentes pequeños.



*Figura 24.-PUENTE SOBRE MI, RÍO DAYMAN, URUGUAY.*

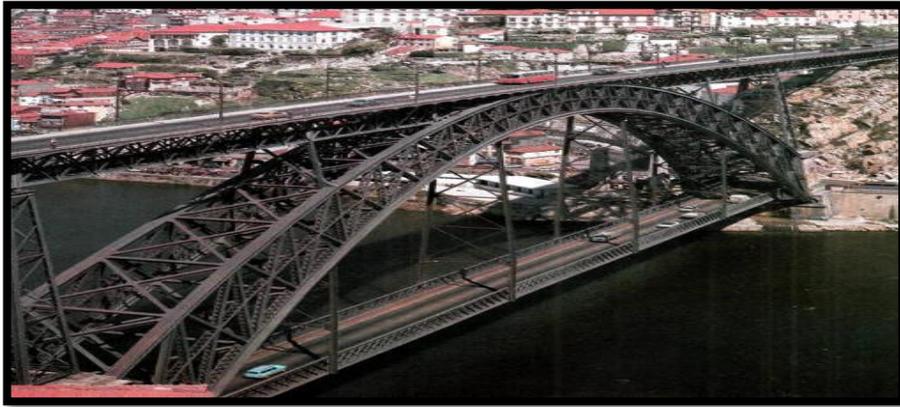
- Este puente sobre el río Dart oriental en Pos bridge, se construyó para comunicar Plymouth. Se cree que data del siglo XIII, cuando el tráfico de estaño y productos agrícolas adquirió desarrollo. Se utilizó piedra de los páramos, grandes bloques de granito sin tallar, apoyados en pilares y estribos del mismo material.



*Figura 25.-Puente Histórico de Clapper, Devon.*

- Este puente sobre el río Duero se terminó en 1885, siguiendo un diseño de T. Seyrig, que había colaborado con Gustave Eiffel en la construcción de un puente muy similar,

El puente de Pía María tiene una sola plataforma para el paso de trenes, mientras que el de Luis I tiene una plataforma sobre el arco y otra debajo, que sirve de durmiente. El arco tiene una luz de 172 metros. Los dos puentes se construyeron con voladizos a partir de las orillas del río. Eiffel utilizó un diseño similar para su puente ferroviario de Garabit, Francia, que atraviesa una garganta a más de 120 metros de altura, lo que le convierte en el puente ferroviario de arco más alto del mundo.

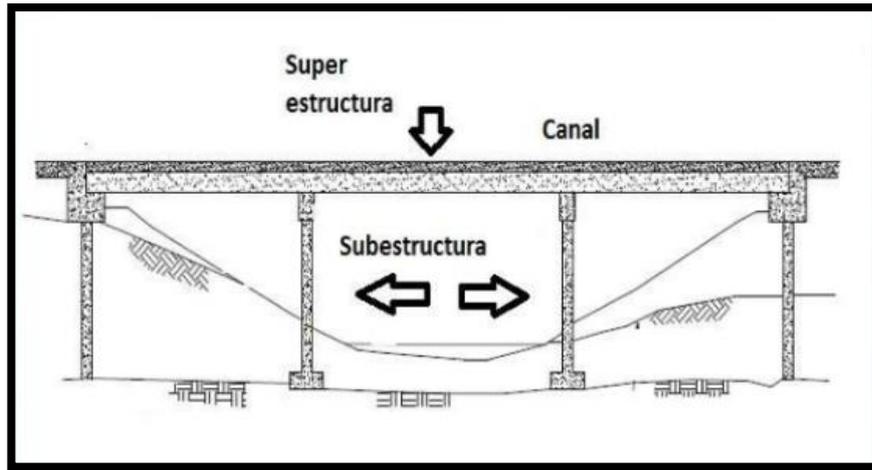


*Figura 26.-Puente de Luis I, Oporto*

### 2.3.2.- Componentes de puentes:

(Orlando E , Mayo 02, 2017)<sup>10</sup>

- Los puentes son estructuras destinadas a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar, y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de poder transportar mercancías, permitir la circulación de las gentes y trasladar sustancias de un sitio a otro.
- Básicamente un puente está formado por 2 partes principales: **el tablero y los apoyos**. Normalmente además de estas dos partes también llevan una **armadura**.



*Figura 27.-composicion estructural del puente.*

- El tablero se apoya en los apoyos, siendo la distancia entre dos puntos de apoyo lo que se llama **vano**.

(Wikipedia.org, año 2016)<sup>11</sup>

**a) Superestructura:**

Conjunto de los tramos que salvan los vanos situados entre los soportes. Constituida en términos generales por las vigas de puente, diafragmas, tablero, aceras, postes, pasamanos, capa de rodadura ó durmientes, rieles, etc

**b) Infraestructura:**

Formada por los cimientos, los estribos y las pilas que soportan los tramos. Todo el conjunto de pilas (columnas intermedias) y estribos (muros de contención en los costados) que soportan a la superestructura.

Como elementos intermedios entre la superestructura y la infraestructura se tienen los aparatos de apoyo.

Se consideran también como partes accesorias de los puentes, las prolongaciones de los aleros de los estribos, los defensivos los pedraplenes y protecciones, especialmente en casos de ríos caudalosos, así como también las alcantarillas de desfogue en los terraplenes de acceso.

Se pueden observar en líneas generales las partes constitutivas de un puente, tanto en la superestructura como en la infraestructura, complementándose con la figura 2 en la que se muestra la sección transversal de la superestructura.

### **c) Vigas principales:**

Reciben esta denominación por ser los elementos que permiten salvar el vano, pudiendo tener una gran variedad de formas como con las vigas rectas, arcos, pórticos, reticulares, etc., Las vigas secundarias paralelas a las principales, se denominan longueras Diafragmas Son vigas transversales a las anteriores y sirven para su arriostamientos. En algunos casos pasan a ser vigas secundarias cuando van destinadas a transmitir cargas del tablero a las vigas principales Estas vigas perpendiculares pueden recibir otras denominaciones como ser viguetas o en otros casos vigas de puente.

### **d) Tablero:**

Es la parte estructural que queda a nivel de subrasante y que transmite tanto cargas como sobrecargas a las viguetas y vigas principales. El tablero, preferentemente es construido en hormigón armado cuando se trata de luces menores, en metal para alivianar el peso muerto en puentes mayores, es denominado también con el nombre de losa y suele ser ejecutado en madera u otros materiales.

Sobre el tablero y para dar continuidad a la rasante de la vía viene la capa de rodadura que en el caso de los puentes se constituye en la carpeta de desgaste y que en su momento deberá ser repuesta.

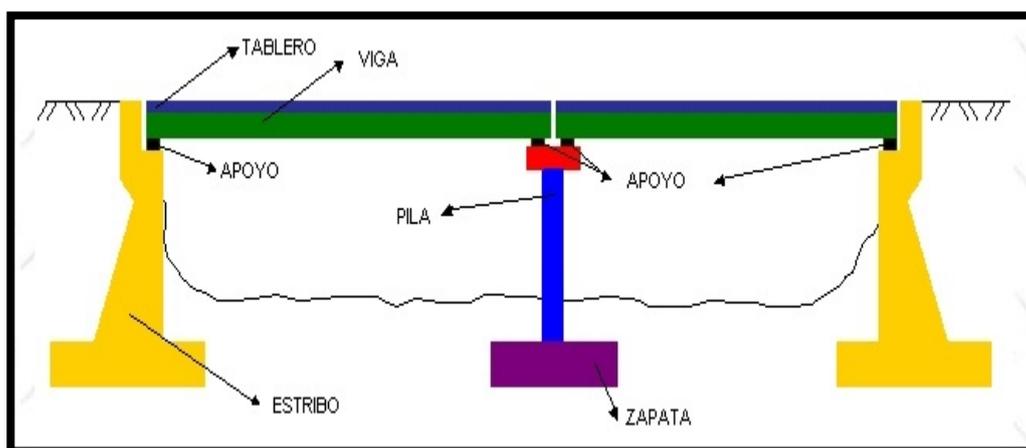
Los tableros van complementados por los bordillos que son el límite del ancho libre de calzada y su misión es la de evitar que los vehículos suban a las aceras que van destinadas al paso peatonal y finalmente al borde van los postes y pasamanos.

#### e) Pilas:

Corresponden a las columnas intermedias y están constituidas de las siguientes partes: El coronamiento que es la parte superior donde se alojan los pedestales de los aparatos de apoyo y en consecuencia está sometido a cargas concentradas, luego viene la elevación que es el cuerpo propiamente de la pila y que en el caso de puentes sobre ríos recibe el embate de las aguas, luego viene la fundación que debe quedar enterrada debiendo garantizar la transmisión de las cargas al terreno de fundación.

#### f) Estribos:

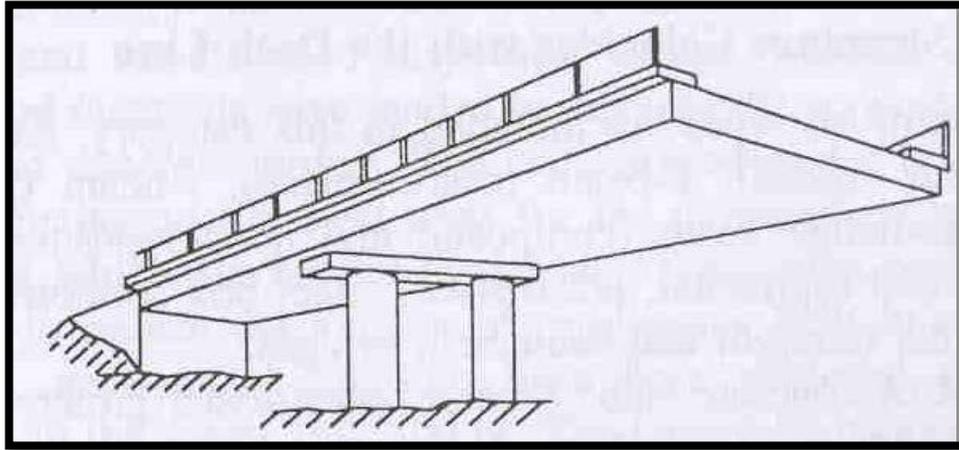
A diferencia de las pilas los estribos reciben además de la superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia trabajan también como muros de contención. Están constituidos por el coronamiento, la elevación y su fundación y con la característica de que normalmente llevan aleros tanto aguas arriba como abajo, para proteger el terraplén de acceso.



*Clasificación según uso, materiales y tipo se deduce que:*

**Fuente:** (Wikipedia. Año 2016)

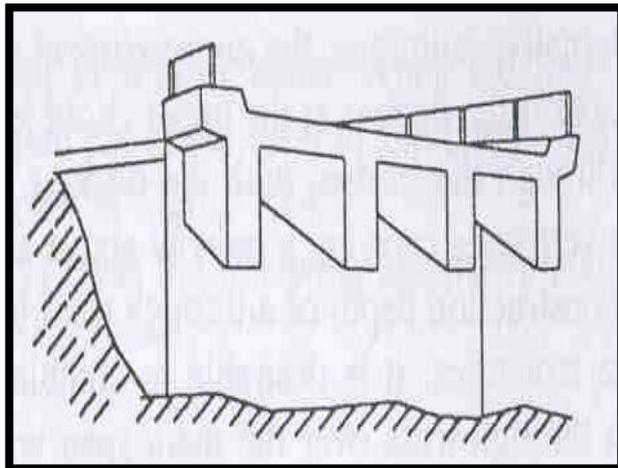
**1.- SUPERESTRUCTURAS TIPO LOSA:**



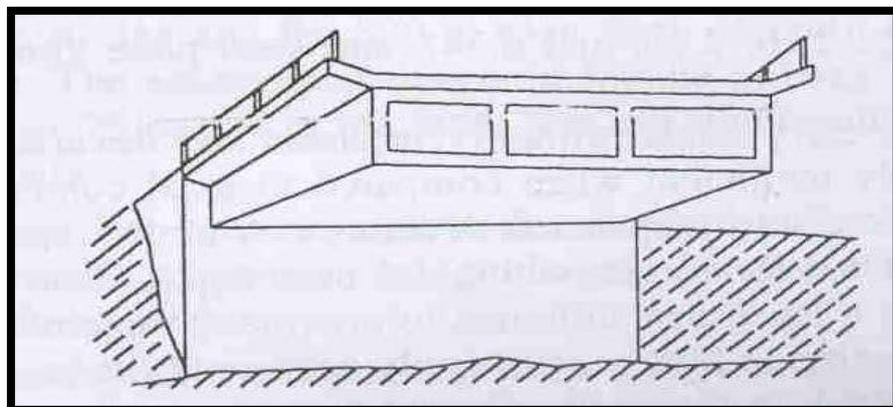
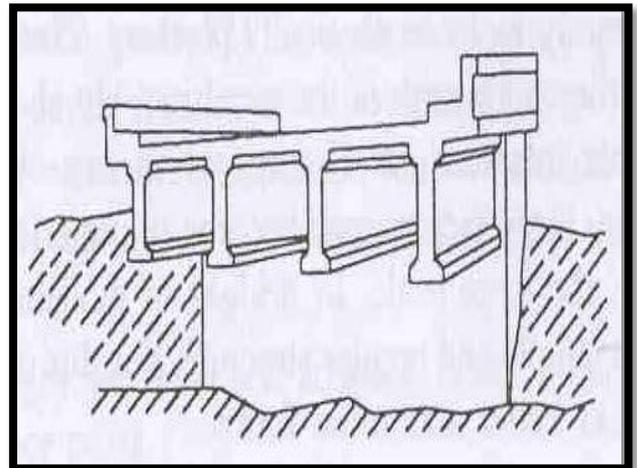
*Figura 28.-estructura del puente tipo losa*

**2.- SUPERESTRUCTURAS TIPO LOSA CON VIGAS:**

PUENTE LOSA CON VIGA 1



PUENTE LOSA CON VIGA 2



PUENTE VIGA CAJON

*Figura 29.-estructura del puente tipo losa-viga 1-2, viga cajón.*

➤ **POR SU USO:**

Un puente es diseñado para ferrocarriles, tráfico automovilístico o peatonal, tuberías de gas o agua para su transporte o tráfico marítimo. En algunos casos puede haber restricciones en su uso. Por ejemplo, puede ser un puente en una autopista y estar prohibido para peatones y bicicletas, o un puente peatonal, posiblemente también para bicicletas.

Un acueducto es un puente que transporta agua, asemejando a un viaducto, que es un puente que conecta puntos de altura semejante.

*CUADRO N° 01 Pesos Específicos de Algunos Materiales.*

<b>Material</b>	<b>Peso Unitario (kg/m3)</b>
Acero	7850
Agua fresca	1000
Agua salada	1020
Albañilería de piedra	2700
Aleaciones de aluminio	2800
Arcilla blanda	1600
Arena, limo o grava no compactados	1600
Concreto simple	
Liviano	1760
De arena liviana	1920
Peso normal con $f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	2320
Peso normal con $350 < f'c \leq 1050 \text{ kg/cm}^2$	$2240 + 0.23f'c$
Concreto armado (C3.5.1. AASHTO)	Peso Concreto Simple + $80 \text{ kg/cm}^2$
Grava, macadam o balastro compactados	2240
Hierro fundido	7200
Madera dura	960
Madera blanda	800
Relleno de ceniza	960
Superficies de rodamiento bituminosas	2240
<b>Material</b>	<b>Peso por unidad de longitud</b>
Rieles de tránsito, durmientes y fijadores de vía	300

El Manual de Diseño de Puentes- Perú, adopta para el concreto armado el peso específico de  $2500 \text{ kg/m}^3$  y para el caso de superficies de rodamiento bituminosas  $2200 \text{ kg/m}^3$ .

*Fuente: Manual de Diseño de Puentes 2016*

➤ **Taxonomía estructural y evolucionaria:**

Los puentes pueden ser clasificados por la forma en que las cuatro fuerzas de tensión, compresión, flexión y tensión cortante o cizalla dura están distribuidas en toda su estructura. La mayor parte de los puentes emplea todas las fuerzas principales en cierto grado, pero solo unas pocas predominan. La separación de fuerzas puede estar bastante clara en un puente suspendido.

## ➤ **Materiales**

Se usan diversos materiales en la construcción de puentes. En la antigüedad, se utilizaba principalmente madera y posteriormente roca. Más recientemente se han construido los puentes metálicos, material que les da mucha mayor fuerza. Los principales materiales que se emplean para la edificación de los puentes son:

- Piedra
- Madera
- Acero
- Hormigón armado (concreto)
- Hormigón pretensado
- Hormigón postensado
- Mixtos

### **2.3.3.-Tipos de Puentes:**

(Edgar A. Jove S, Julio – 2012)<sup>12</sup>

Hay varias formas de clasificar los tipos de puentes. Primero veremos los tipos de Puentes:

➤ Encontramos principales tipologías de puentes:

- Puente de armadura
- Puente voladizos
- Puente viga
- Puente de ménsula
- Puente de arco
- Puente Colgante
- Puente Atirantado
- Puente piedra
- Puente de hormigón armado
- Puente móvil
- Puente transbordador

**Cuadro N° 02:** Tipos de Estructuras de Puentes.

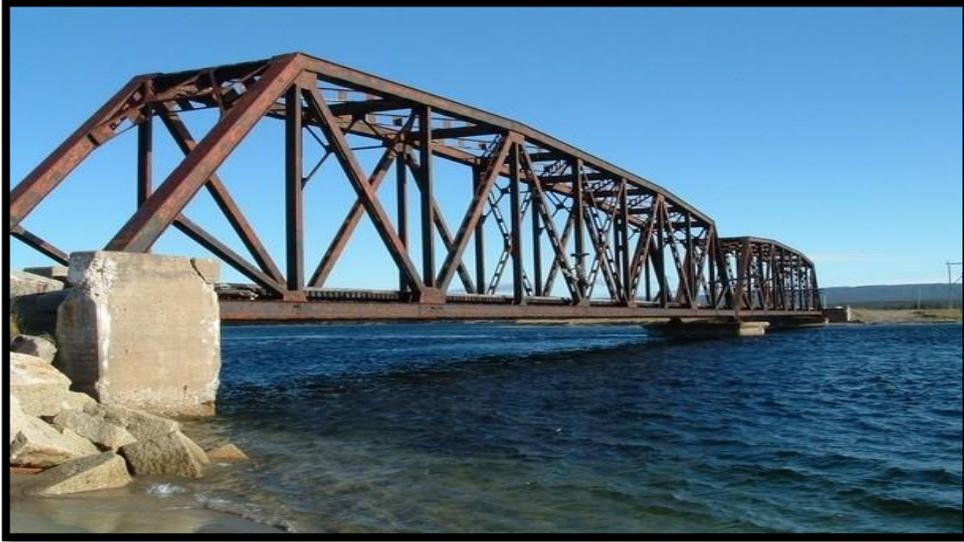
CATEGORIA	TIPO DE ESTRUCTURA	MATERIAL	CONDICIONES BORDE	SECCION TRANSVERSAL	PERALTE h	UBICACIÓN TABLERO	GEOMETRIA PLANO
DEFINITIVO	LOSA	CONCRETO ARMADO	SIMP.APOYADO	LOSA SOLIDA	CONSTANTE	TABLERO SUPERIOR	RECTO
		CONCRETO PRETENSADO	CONTINUO	LOSA NERVADA LOSA CELULAR	VARIABLE		ESVIADO CURVO
	LOSA CON VIGAS	VIGA CONC.ARMADO	SIMP.APOYADO	VIGA RECTA	CONSTANTE	TABLERO SUPERIOR	RECTO
		VIGA CONC.PRETENSADO	CONTINUO	VIGA I	VARIABLE		ESVIADO
		VIGA ACERO	GERBER	VIGA CAJON			CURVO
	PORTICO	CONC. ARMADO	ARTICULADO EMPOTRADO	VIGA RECTA	CONSTANTE	TABLERO SUPERIOR	RECTO
		CONC. PRETENSADO ACERO	CON VOLADOS CON TRAMOS ATIRANTADOS	VIGA I VIGA CAJON	VARIABLE		ESVIADO CURVO
ARCO	CONC. ARMADO	ARTICULADOS	LOSA	CONSTANTE	TAB. SUPERIOR	RECTO	
	ACERO	EMPOTRADO	VIGAS	VARIABLE	TAB. INTERMEDIO TAB. INFERIOR		
RETICULADO	ACERO	SIMP. APOYADO CONTINUO GERBER		CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INFERIOR	RECTO	
COLGANTE	CABLES DE ACERO + ACERO	EN TORRE  EN VIGA DE RIGIDEZ				RECTO	
ATIRANTADO	CABLES DE ACERO + ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ				RECTO	

Clase de estructura de la guía de evaluación de puentes (SCAP)

**Fuente:** ministerio de transporte y comunicaciones MTC.

❖ **Puente de armadura:**

Diseños de puentes muy populares que usan malla diagonal de postes sobre el puente. Los dos diseños más comunes son los postes principales (dos postes diagonales soportados por una sola columna vertical en el centro) y postes principales (dos postes diagonales, dos postes verticales y postes horizontales que conectan dos postes verticales en la parte superior).



*Figura 30.- puente de armadura.*

❖ **Puente voladizo:**

De apariencia similar a los puentes en arco, pero soportan su carga no a través de los soportes verticales sino a través de los arriostramientos diagonales. A menudo utilizan la formación de truss tanto debajo como encima del puente. Ejemplo de puente voladizo es el puente de Queens boro en la ciudad de Nueva York.



*Figura 31.- puente voladizo.*

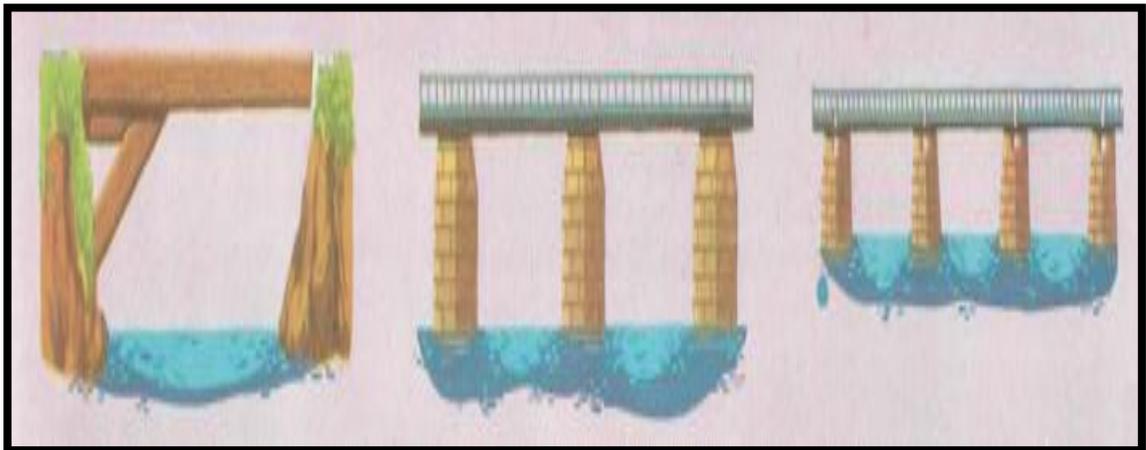
### ❖ **Puente de viga:**

Un **puente viga** es una estructura resistidos por vigas. Este tipo de puentes procede concisamente del puente tronco. Se edifican con madera, acero u hormigón (armado, pretensado o postensado).

Se manejan vigas en forma de I, con un modelo tipo de cajón hueco, Como su antepuesto, este puente es estructuralmente el más simple de cualesquier de los puentes.

Se utilizan en vanos cortos e intermedios (con hormigón pretensado). Un uso muy característico es en las pasarelas peatonales sobre autopistas.

*Cuadro N° 03: Tipos de Puentes de viga.*



<i>“De ménsula” o voladizo: está construido, en efecto, como una ménsula. Se halla asegurado a una sola de las orillas del obstáculo que debe salvar, y, después de un salto, alcanza la orilla opuesta.</i>	<i>“De viga continua”:</i> se trata de una serie de enormes vigas unidas entre sí hasta formar una sola, sumamente larga. Naturalmente, este tipo de puente necesita apoyarse sobre una o más pilas intermedias.	<i>“De vigas apoyadas”:</i> es muy semejante al de viga continua, pero con las vigas apoyadas separadamente sobre las pilas, como si cada espacio entre las dos pilas fuera un puente independiente.
--	--	--



*Figura 32.- puente viga.*

❖ **Puente de ménsula:**

Un **puente en ménsula** (en inglés *cantilever bridge*) es un puente en el cual una o más vigas principales trabajan como ménsula o voladizo. Normalmente, las grandes estructuras se construyen por la técnica de volados sucesivos, mediante ménsulas consecutivas que se proyectan en el espacio a partir de la ménsula previa. Los pequeños puentes peatonales pueden construirse con vigas simples, pero los puentes de mayor importancia se construyen con grandes estructuras reticuladas de acero o vigas tipo cajón de hormigón postensado, o mediante estructuras colgadas.



*Figura 33.-Puente ménsula de Forth Bridge*

❖ **Puente de arco:**

Un **puente de arco** es un sistema de apoyos a los extremos de la longitud de la estructura, entre los cuales se hace una distribución con forma de arco con la que se transfieren las cargas. El tablero logra estar estribado o colgado de esta estructura primordial, dando principio a diferentes características de puentes.

Los viaductos de arco trabajan trasladando el peso conveniente del puente y las sobrecargas de uso hacia los soportes mediante la tensión del arco, donde se transforma en un esfuerzo horizontal y una carga vertical. Habitualmente la esbeltez del arco (relación entre la flecha máxima y la luz) es elevada, formando que los esfuerzos horizontales sean considerablemente mayores que los verticales. Por este motivo son convenientes en espacios idóneos de proveer una clemente resistencia al esfuerzo horizontal.

Este tipo de puentes fueron inventados por los antiguos griegos, quienes los construyeron en piedra. Más tarde los romanos usaron cemento en sus puentes de arco. Algunos de aquellos antiguos puentes siguen estando en pie. Los romanos usaron solamente puentes de arco de medio punto, pero se pueden construir puentes más largos y esbeltos mediante figuras elípticas o de catenaria invertida.



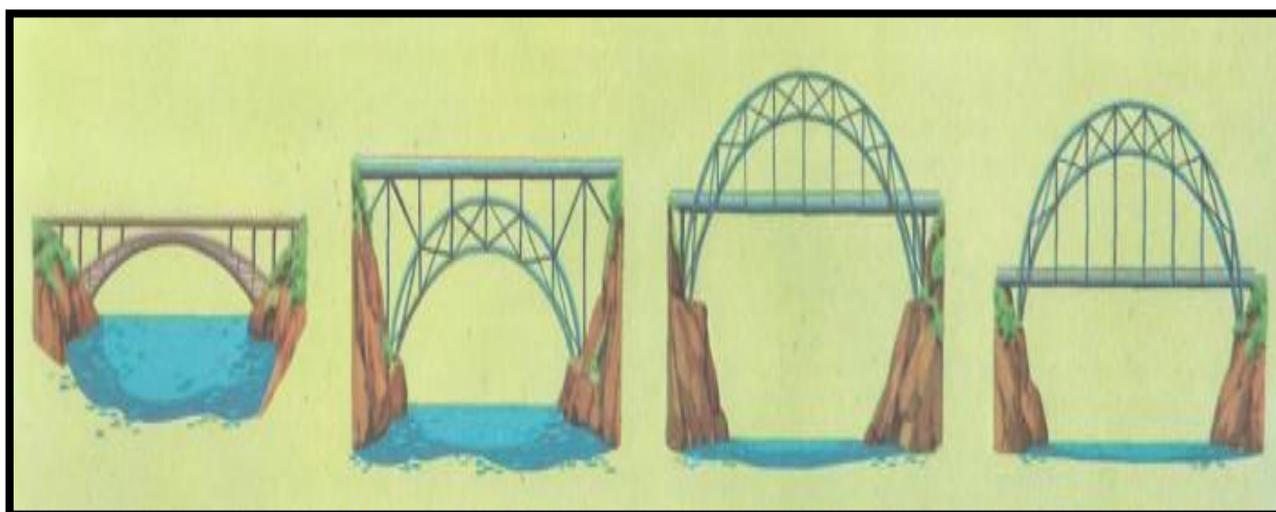
*Figura 34.-Puente arco de La Vicaria en Albacete, es un puente arco metálico con tablero intermedio.*

- Estos puentes usan el arco como componente estructural principal. Están hechos con una o más bisagras, dependiendo de qué tipo de carga y fuerzas de estrés deben soportar. Ejemplos de puentes de arco son “Puente Viejo” en Mostar, Bosnia y Herzegovina y el Puente de la Puerta del Infierno en Nueva York.



*Figura 35.- puente arco.*

#### Cuadro N° 04: Tipos de puentes de arco



“De arco empotrado”: en este tipo, los estribos del arco se hallan firmemente empotrados en el terreno. La mayor parte de los puentes de arco, de piedra o de hormigón armado, son de este tipo.

“De tablero superior”: la carretera o la vía férrea pasan sobre el arco, apoyándose en él, que sirve para sostenerla. Es un tipo muy difundido en las zonas montañosas, a lo largo de las carreteras.

“De tablero intermedio”: en este tipo de puente de arco la carretera o la vía férrea pasan a la mitad de la altura del arco. En sus extremos, se apoya en el arco, y en el centro se halla “colgado”.

“De tablero inferior”: éste es el caso opuesto del puente de tablero superior. Aquí la carretera o la vía férrea pasan completamente por debajo del arco, del cual se hallan “colgadas”.

#### ❖ Puentes colgantes:

Un **puente colgante** está perpetuo por un arco invertido formado por cuantiosos cabos de acero, del que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales. Desde la prehistoria este arquetipo de puentes han sido manejados por la humanidad para proteger impedimentos.

A través de los tiempos, con la introducción y avance de distintos materiales de construcción, esta pauta de puentes son idóneos en la actualidad para resistir el tráfico torneado e inclusive líneas de ferrocarril livianas.



*Figura 36.-Golden Gate Bridge, uno de los más famosos puentes, con un récord de longitud del vano central Durante muchos años. San Francisco (California)*

#### ❖ Puentes atirantados:

En términos de ingeniería civil, se denomina **punto atirantado** a aquel cuyo tablero está suspendido de uno o varios pilones centrales mediante obenques. Se distingue de los puentes colgantes porque en éstos los cables principales se disponen de pila a pila, sosteniendo el tablero mediante cables secundarios verticales, y porque los puentes colgantes trabajan principalmente a tracción, y los atirantados tienen partes que trabajan a tracción y otras a compresión. También hay variantes de estos puentes en que los tirantes van desde el tablero al pilar situado a un lado, y de ahí al suelo, o bien están unidos a un único pilar.



*Figura 37.-Puente atirantado en Taiwán*

Puentes que utilizan cuerdas o cables de la suspensión vertical para soportar el peso de la cubierta del puente y el tráfico. Ejemplo de puente colgante es Golden Gate Bridge en San Francisco



*Figura 38.- Puente de suspensión*

### ❖ Puentes de madera:

No obstante son rápidos de construir y de bajo importe, son escasamente resistentes y perpetuos, ya que son muy perceptivos a los agentes atmosféricos, como la lluvia y el viento, por lo que demandan un mantenimiento prolongado y costoso.

Debido a la exuberancia de madera, sobre todo en la antigüedad la facilidad para labrar la madera pueden explicar que los puentes iniciales son construidos desde épocas antiguas.



*Figura 39.-Tipo de Puente de madera.*

### ❖ Puentes de piedra:

Son tremendamente resistentes, macizos y duraderos, aunque en la actualidad su construcción es muy costosa. Los cuidados necesarios para su subsistencia son escasos, ya que resisten muy confortablemente los agentes climáticos. A partir de que el hombre adquirió dominar la técnica del arco Sólo la revolución industrial con las nacientes técnicas de construcción con hierro pudo amortiguar este dominio.



*Figura 40.- Puente de piedra (Zamora)*

❖ **Puentes metálicos:**

Son muy variables, admiten diseños de grandes luces, se construyen con rapidez, pero costoso para construir y conjuntamente están sometidos a la acción corrosiva, tanto de los agentes atmosféricos como de los gases y humos de las fábricas y ciudades, lo que supone un mantenimiento costoso.

El primer puente metálico fue construido con material de hierro en (Inglaterra)



*Figura 41. - Estructura metálica del puente de Manhattan, New York City*

### ❖ Puentes de hormigón armado:

Son de montaje rápido, ya que admiten en muchas ocasiones elementos prefabricados, son resistentes, permiten superar luces mayores que los puentes de piedra, aunque menores que los de hierro, y tienen unos gastos de mantenimiento muy escasos, ya que son muy resistentes a la acción de los agentes atmosféricos.

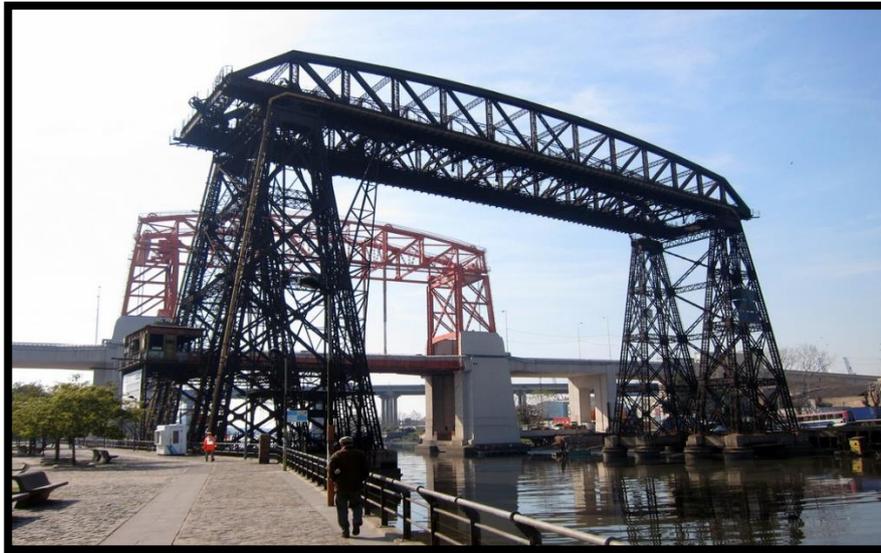
El hormigón solo aguanta muy bien esfuerzos de compresión, pero mal los de tracción, es por eso que se introducen unas varillas de acero en su interior para formar el hormigón armado y así también aguanta esfuerzos de tracción. Aquí vemos un puente de hormigón armado y además de vigas, como vimos anteriormente. Hormigón armado y además de vigas, como vimos anteriormente.



*Figura 42. - puente de hormigón sobre el río*

### ❖ Puentes transbordadores:

La característica de la movilidad contraria a la idea de puente. Su precursor fue el ingeniero Ferdinand Arnodin. Se utilizan para luces grandes o muy grandes. El transbordador consiste en una viga fija situada a la altura requerida por el gálibo de la cual se cuelga una plataforma móvil generalmente mediante cables que transporta los vehículos de una orilla a la opuesta. Tiene 80 metros de largo y fue construido en 1909. Ha estado en uso hasta 1974 y actualmente sólo se utiliza como atracción turística. El puente puede transportar 6 autos y 100 personas al mismo tiempo.

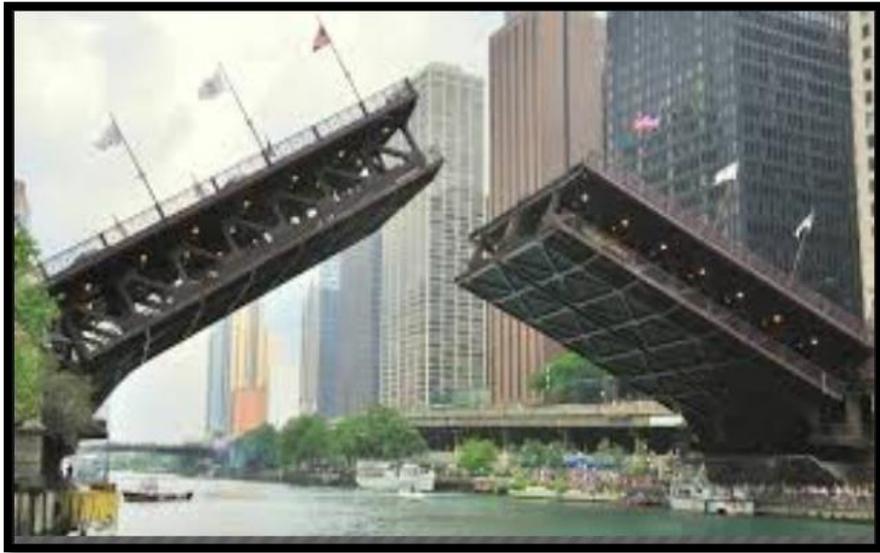


*Figura 43. –puente transbordador del riachuelo buenos aires.*

#### ❖ **Puente móvil:**

Un **puente móvil** es aquel con la característica de moverse para permitir, debidamente, el movimiento de tráfico marítimo. El pasadero móvil puede construirse en un fragmento más bajo, evitando así el elevado costo de muelles y extensos enfoques, comprimiendo así el precio total del puente. La importante desventaja es que el tráfico en el puente debe detenerse cuando la pasadera comienza a moverse. Algunos pequeños puentes móviles logran ser habilitados sin la necesidad de un motor. Algunos puentes son operados por los usuarios, esencialmente aquellos con un navío, otros por un representante del puente o a veces de forma remota, manejando cámaras de vídeo y altavoces. En general, los puentes son impulsados por motores eléctricos, ya sea la maniobra con tornos, engranajes, pistones o hidráulicos.

Los puentes móviles en su totalidad pueden ser bastante largos, la longitud de la porción móvil está limitada por la ingeniería y las consideraciones de costo a escasos cientos de metros. El puente George Coleman, ubicado en los Estados Unidos, con una longitud total de 3750 metros, es el puente más largo con una sección móvil y el segundo más largo del mundo.



*Figura 44. - puente transbordador del riachuelo buenos aires.*

✓ Por último, se les puede clasificar **según el uso**:

-**Acueductos:** cuando se emplean para la conducción del agua.

-**Viaductos:** si soportan el paso de carreteras y vías férreas.

-**Pasarelas:** están destinados exclusivamente a la circulación de personas.



ACUEDUCTO



PASARELA



VIADUCTO

### 2.3.4.-Patología en puentes:

- **¿Qué es la patología?**

(Pedro Orta Fuentes , Dec 08, 2017)<sup>13</sup>

La importancia de las patologías en puentes busca el perfeccionamiento y disminuir el riesgo anómalo, ya que ha sido el objetivo primordial del impulso para la noción en la construcción y subsistencia de dichas estructuras.



*Figura 45. - Puente arquitectónico de hormigón.*

Estar al corriente de las ventajas que tiene el uso del hormigón a nivel arquitectónico, es por ello que se maneje en grandiosas cuantías debido a sus condiciones estructurales y estéticas.

Los puentes fabricados con hormigón armado están planteados para resistir cargas convenientes, sobrecargas y acciones del medio ambiente.

Con el paso del tiempo el material sufre variaciones mostrando una serie de patologías de diferente intensidad e incidencia, lo cual exige a generar un mantenimiento regular y en diversos casos a reparaciones o refuerzos. El deterioro de la estructura compromete tanto el aspecto estético como su capacidad resistente, siendo posible incluso provocar un colapso parcial o total.

Existen dos componentes fundamentales en el estrago de las estructuras de hormigón: uno de ellos es el efecto de la sal con la constante corrosión de las armaduras producto de los cloruros, con una exuberancia de cargas aplicadas.



*Figura 46. –fisuras en la superestructura del puente.*

- ✓ A nivel de estructura los importantes dificultades están orientados en incidentes y socavación de los cimientos.
- ✓ **Detección**
- La principal tarea internamente de un sistema de reparación será efectuar la intervención de obra para determinar el estado de servicio, en el que habrá que:
  - ✓ Identificar las procedencias que provocan o incitaron ese deterioro
  - ✓ Conocer la superficie del deterioro en cuanto a los efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas de los materiales así como delimitar las zonas a subsanar.
  - ✓ Como consecuencia de esta averiguación se tendrá un comprensión de las actuales características resistentes y eficaces de la estructura, por lo que admitirá plantear una reparación de la misma.

- **Procedencias:**

Las patologías en las estructuras muestran manifestaciones externas de las cuales se logra establecer su naturaleza, principio de fenómenos asociados, y por lo tanto, apreciar sus posibles secuelas.



*Figura 47. –corrosión en ambas vigas del puente*

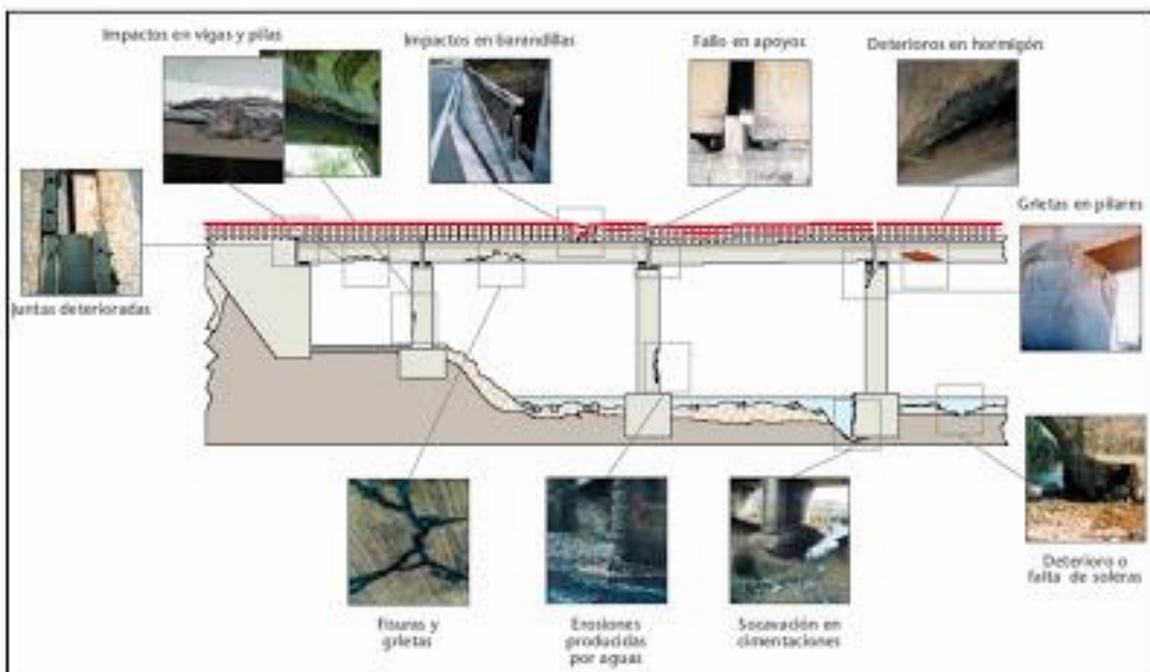
Los indicios más comunes son: fisuras, eflorescencias, flechas excesivas, manchas, corrosión de la armadura pasiva y de pretensado, oquedades superficiales o segregación, creados por distintas causas provocadas por la acción actuante, como:

- Alejamiento o pérdida del recubrimiento en las armaduras.
- Impermeabilidad errónea o falta de ella.
- Hormigón con climas ambientales extremas.
- Vibrado escaso del hormigón.
- Mala calidad del hormigón.
- Asientos y/o deslizamientos en encofrados
- Contaminación de los áridos.
- Depósito de sales de deshielos.
- Efectos por aspectos de microorganismos.
- Imperfecciones impuestas
- Sobrecargas
- El mantenimiento y uso de la estructura

- **Principales causas que originan las patologías:**

(Futuros ingenieros unet, enero 2012)<sup>14</sup>

Las síntesis de los diferentes daños o fallas que inciden en el deterioro de los elementos de un puente por una sucesión de métodos que infringen contra la durabilidad de la estructura.



*Figura 48. –Daños característicos formados en puentes.*

- ❖ **Deterioros por Falta de Mantenimiento o por Impactos:**

Cuando el **gálibo** de un puente no es suficiente para la circulación de algunos vehículos como son (camiones con caja muy alta o con transporte de objetos sobresaliendo, sobre puente carretero), se producen impactos sobre las vigas que pueden comprometer la estabilidad de la estructura; por otro lado, la falta de mantenimiento de las estructuras puede también producir problemas serios en su seguridad estructural.

### 2.3.5.-Clasificación del nivel de daño estructural:

*Cuadro N° 05: Clasificación de Daño Estructural.*

<b>Clasificación de daño estructural</b>	
<b>tipo</b>	<b>género</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>físicas</b></li> </ul>	Cambios de temperatura. Variación de humedad. Hormigqueo.
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Químicas</b></li> </ul>	Eflorescencia Deterioro de hormigón pretensado. Carbonatación Oxidación Corrosión Colisión de vehículos y el fuego Ataque de sulfatos
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Mecánicas</b></li> </ul>	Fisuras grietas coqueras pilas erosionadas desprendimientos socavación erosión de cavitación
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>biológicas</b></li> </ul>	Biorreceptividad. Biocapa.

*FUENTE: Elaboración propia.*

## ❖ **Dentro de la clasificación de daño estructural tenemos:**

### **2.3.5.1.- Lesiones física:**

Las acciones físicas se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimenta el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua líquida, vapor de agua, escarcha), y/o de temperatura (frío, calor, fuego). Pero también, las acciones físicas hacen referencia las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad, y permeabilidad).

## ❖ **Cambios de Temperatura :**

(Ortega Y, Quintero K. 2013)<sup>15</sup>

La temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una sensación de frío, y al revés de calor. Sin embargo, aunque tengan una estrecha relación, no debemos confundir la temperatura con el calor, como: retracción térmica, exudación, presión interna, etc.

## ❖ **Variación de humedad:**

Se presenta humedad en algunas zonas del voladizo y en las barandas en donde se evidencia pequeños rastros de agua, Debido a las sales presentes en la orina es posible que se presente la reacción álcali agregados si los agregados son reactivos con los alcalinos van a generar fisuramientos en el concreto. De la causa:

Se puede distinguir en cinco tipos de humedades en función a su procedencia como la humedad de obra, humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación, humedad accidental. Estribos con presencia de humedad



*Figura 49. –se observa presencia de humedad debido a reacción externas.*

❖ **Hormigqueo:**

Debido al hormigqueo es posible que se presenten filtraciones en el recubrimiento del concreto y presencia de humedad lo que ocasionaría fisuras.

El efecto de Hormigqueo es debido a la falta de compactación en su etapa de construcción. No fue posible realizar registros fotográficos en la zona inferior de la viga debido a la posible presencia de roedores en el canal.



*Figura 50. –se observa presencia de hormigqueo.*

### 2.3.5.2.- Lesiones química:

#### ❖ **Eflorescencias:**

*(Pedro Orta Fuentes , 2017)<sup>16</sup>*

Las eflorescencias radican en el depósito de sales que son lixiviadas fuera del hormigón, las cuales se cristalizan después de la evaporación del agua que las trasladó. Suceden continuamente en la superficie del hormigón cuando el agua tiene la posibilidad de penetrar a través del material, en forma discontinua o continua, o cuando se muestran procesos de humedecimiento y secado alternadamente.



*Figura 51. –se observa presencia de sales en la estructura*

Las eflorescencias en sí mismas no componen una dificultad de durabilidad de las estructuras, sin embargo, además de afectar la estética, ocasionan un aumento de la porosidad del hormigón y un acrecentamiento en la permeabilidad.

#### ❖ **Deterioro del hormigón pretensado:**

Los elementos del hormigón pretensado también pueden sufrir con las acciones perjudiciales de desiguales factores, como pueden ser: pérdida de adherencia entre el acero tensado y el hormigón; disminución del acero pretensado; retracción del hormigón; corrosión por imperfección del hormigón bajo tensión del acero pretensado.



*Figura 52. –Nótese deterioro de la estructura de hormigón pretensado.*

❖ **Fallo en apoyos y juntas deterioradas:**



*Figura 53. – nótese deterioro de las juntas de dilatación*

❖ **Carbonatación:**

(Sánchez de .G y calavera 2002)<sup>17</sup>

La carbonatación es la reacción que se presenta entre el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del aire atmosférico o del suelo con los componentes alcalinos del hormigón  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , generando carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y la disminución de la reserva alcalina del hormigón. La carbonatación es un proceso que avanza lentamente pero de forma continua hacia dentro de la superficie expuesta del hormigón, facilitando el proceso de corrosión de las armaduras de las estructuras de hormigón y finalmente su mismo deterioro.



*Figura 54. –observamos el área afectada por efectos del dióxido de carbono.*

❖ **Corrosión:**

Corrosión de la armadura:

La corrosión de las armaduras es un transcurso electroquímico que origina la oxidación del acero de refuerzo en el concreto. Los componentes que favorecen el proceso de corrosión se relacionan con las características del hormigón, el espesor del recubrimiento, la localización de la armadura y el medio ambiente al cual está expuesta la estructura.



*Figura 55. –se observa la corrosión en la base de la estructura del puente debido a factores químicos.*

Los perjuicios producidos por el transcurso de corrosión de las armaduras ordinariamente se manifiestan a través de: fisuras en el hormigón paralelas a la orientación del refuerzo, descascarillado y/o desprendimiento del recubrimiento.

#### ❖ **Oxidación:**

Estructuras Metálicas Oxidadas:

Las estructuras metálicas de los puentes pueden sufrir los efectos de la oxidación originados en:

- Acción erosiva continúa por fenómenos climáticos.
- Deformaciones por impactos o por el ataque de óxido.
- Ausencia de protección sobre las superficies metálicas.

Cuando se presentan deformaciones en partes de la estructura, deben enderezarse, si es posible, sino se efectúa el reemplazo de las piezas dañadas.

#### ❖ **Colisión de vehículos y el fuego**

En las estructuras de hormigón reforzado y pretensado, el **fuego** causa una acción deses- peradamente nociva. El recalentamiento del material provoca un acrecentamiento del es- pesor forjando enormes esfuerzos internos que provocan deformación del hormigón, grie- tas y colapso del hormigón.



*Figura 56. –nótese el acero descubierto debido al escaso recubrimiento De concreto.*

❖ **Ataque de sulfatos:**

Construcción impropia de juntas frías:-La prolongación entre hormigones en diferentes fases que no se tratan correctamente afectan directamente a la durabilidad de la estructura. El diseño inadecuado de juntas o una deficiente construcción de las mismas dan acceso libre a agentes agresivos como: sulfatos, cloruros, carbonatos, etc. los cuales atacan directamente al hormigón o a las armaduras, sometiéndolo a la vida útil de la estructura.



*Figura 57. –se observa el deterioro de las juntas frías.*

### 2.3.5.3.- Lesiones mecánicas:

#### ❖ Grietas y fisuras:

(Riva E. 2006)<sup>18</sup>

La formación de fisuras se debe a la deformación provocada por la carga mecánica en una pieza de hormigón reforzado o pretensado, y puede tener origen en muchos factores, tales como fisuras por deformación de tensión o compresión (estado crítico de leve colapso); fisuras originadas por esfuerzo cortante o torsión (que constituyen un estado crítico de leve colapso); fisuras causadas por desplazamiento del hormigón; fisuras originadas por contracción; fisuras causadas por deformación de longitud térmicas o higroscópicas; fisuras provocadas por deficiencia en el posicionamiento de equipo de soporte y detalles en las juntas.



*Figura 58. –fisuras en el estribo del puente (imagen derecha), grietas en la plataforma del puente (imagen izquierda).*

Regularmente cualquier componente de hormigón armado es propenso a que presente fisuraciones bajo las cargas corrientes de servicio, sin embargo, cuando el ancho de las fisuras producidas es grande (mayor a 0.5 mm) se considera como una expresión patológica y pueden afectar el funcionamiento de la estructura.

### ❖ Fisuras por retracción

La fisuración por retracción plástica acontece mientras el hormigón está en estado fresco, colectivamente se muestran en superficies horizontales, con relación superficie libre / volumen mayor a 3.50, entre la primera y las seis primeras horas después, creando fisuras y micro fisuras que se amplifican rápidamente.



*Figura 59. – plataforma con fisuras retraída.*

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

### ❖ Coqueras:

La Alteración sufrida por el hormigón determina la presencia de aquellas superficiales que quedan en el hormigón endurecido, demostrando zonas vacías en las caras de los elementos. Las coqueras son ocasionadas colectivamente por falta de vibrado, compactación excesiva o deficiente, prácticas inapropiadas en la colocación del hormigón en zonas con alta consistencia de refuerzo, dosificaciones inadecuadas de mezclas de hormigón, etc.



*Figura 60. –coquetas generadas por falta de compactado de concreto*

❖ **Erosión:**

❖ **Pilas Erosionadas:**

- Las pilas de los puentes pueden verse afectadas por:
  - Ausencia de **tajamares** (tajamar: construcción curva agregada a las pilas del puente para dividir la corriente del río) necesarios.
  - Acción continúa del agua.
  - Muros y Estribos con Deslizamientos o Cabeceos Los muros y estribos de los puentes pueden sufrir deslizamientos o cabeceos originados en:
    - Soluciones estructurales mal ejecutadas: Juntas, empotramientos, apoyos, Incremento notable de cargas, Terreno mal compactado, Deslizamientos de tierra.



*Figura 61. –nótese la erosión ocurrida en la base de las pilas*

❖ **Desprendimiento:**

Daño ocasionado por la colisión de vehículos y fuego:

La colisión de un vehículo frente a las estructuras del puente ocasiona cargas extremas y elevadas imposibles de dimensionar, originando deformación aguda y daños tales como el desprendimiento de la cobertura y la exhibición de la barra de acero reforzado, exigiendo un esquema de protección para tales reparaciones.



*Figura 62. –se observa descascaramiento en la viga por efecto de la deformación de la Estructura*

❖ **Socavación:**

Se conoce como a la erosión producida por el agua o por materiales abrasivos transportados por una corriente, la cual genera desgaste del hormigón y fallas de estabilidad. Es típica de los estribos, pilas y cimentaciones.



*Figura 63. –nótese socavación en las bases del puente.*

### ❖ **Erosión por Cavitación**

Un proceso dañino para los materiales que ocurre como resultado de la cavitación. La "cavitación" se refiere a la ocurrencia o a formación de burbujas de gas o vapor formados en líquidos que fluyen, debido a la generación hidrodinámica de presiones bajas (debajo de la presión atmosférica). Este daño resulta en una acción de martilleo cuando las burbujas "cavitan" o sufren un colapso, en el líquido en flujo. Las altas presiones causadas por el colapso de las burbujas del vapor producen la deformación y falla del material y, finalmente, la erosión de las superficies.

#### **2.3.5.4.- Lesiones biológicas:**

(Calavera J. 1996)<sup>19</sup>

Aunque la contaminación atmosférica es un importante factor de deterioro del concreto, la actividad biológica juega también un papel preponderante debido a sus interacciones con el material. La presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras del concreto, no solamente pueden afectar al confort ambiental y la estética de las construcciones, sino que también puede producir una gran variedad de daños y defectos de carácter físico, mecánico, químico y biológico. En ellos podemos encontrar las bacterias, hongos, algas, líquenes y musgos.

## **A.- Biorreceptividad.**

(Sánchez de G. 2011)<sup>20</sup>

La Biorreceptividad del concreto, como la de cualquier otro material, hace referencia al estudio de todas aquellas propiedades del concreto que contribuyen o favorecen la colonización, establecimiento y desarrollo de microorganismos de origen animal o de Origen vegetal, y que afectan su durabilidad como material de una construcción. Pero además, para que la Biorreceptividad del concreto funcione, se requieren cuatro condiciones: presencia de agua, disponibilidad de nutrientes, condiciones ambientales apropiadas, y superficie de colonización

## **B. Biocapa:**

(Sánchez de G. 2011)<sup>21</sup>

La capa biológica o Biocapa se puede definir como la película o costra que se forma sobre la superficie de concretos y morteros, como consecuencia del asentamiento y presencia de microorganismos con actividad metabólica; cuyo ciclo de vida, también favorece la formación y espesor de la Biocapa (por excreción de sustancias como polisacáridos y productos ácidos), y por la descomposición de microorganismos muertos. La Biocapa se caracteriza por ser una masa de consistencia gelatinosa o mucilaginosa, de coloración variada (manchas con diversas pátinas de color verde, marrón o negro), según la presencia o ausencia de oxígeno.

## **III.-HIPOTESIS:**

El presente proyecto de investigación carece de hipótesis: porque su desenlace ha sido de una manera cualitativa, visual, ocular no experimental y de corte transversal. Por lo tanto no se obtienen variables, no permitiendo tener indicadores dentro del proyecto de investigación.

## IV.-METODOLOGIA

### 4.1.-DISEÑO DE LA INVESTIGACION:

#### ❖ El tipo de investigación:

- En general la línea de investigación que se elabora es del tipo descriptivo, visual, no Experimental y de corte transversal, teniendo en cuenta lo mencionado evaluaremos Técnicamente cada patología existente en el área afectada.
- En lo que concierne este proyecto será una investigación de tipo **descriptiva**, ya que describe el nivel de deterioro de la estructura la cual ha sido esencial basarse en datos de investigaciones de diversos estudios.
- En el presente proyecto su investigación **no es experimental**, ya que se estudia y evalúa el problema a fondo en patologías sin depender de experimentos en laboratorio.
- **El corte es transversal**, porque este determinado Proyecto transcurre en un periodo de tiempo específico, octubre-2018
- En este presente informe se presenta con las características de una investigación del tipo **cuantitativo**, ya que determina el nivel de deterioro del problema a través de la variedad de características que presenta.

#### ❖ Nivel de la investigación de las tesis.

- ✓ El nivel de indagación que se realiza en el proyecto es de forma explicativa e interpretativa en lo que concierne al problema en estudio, para la cual consigue percibir y definir los parámetros más resaltantes sujetos a estudio para la determinación y evaluación de las anomalías existentes en el plan de investigación señalado.

#### ❖ Diseño de la investigación.

- ✓ Para el esquema de investigación a desarrollarse se brindara los datos necesarios para la verificación del estado y condición patológica de la estructura del puente, el proceso que se proporciona por consiguiente es: Síntesis, metódico, inductivo, expresivo, Detallado, entre otros distintos equitativamente. Su desenlace es como se muestra a continuación.

1. La exploración del proyecto se ha elaborado a través de la recolección de información referente a puentes, ya que en su investigación se obtuvieron áreas ensayadas de puentes, la tipificación, detalle y muestra de patologías existentes y planos, estos datos serán de gran soporte al momento de evaluar cada patología, obteniendo de una forma más eficaz el cálculo ejecutado de los datos conseguidos en campo.
2. el proceso metodológico que se maneja en el proyecto de tesis es descrito de la siguiente manera:
  - ✓ En esta fase recurrimos a la toma de recolección de información a través de los antecedentes preliminares que se estudian. se visualiza y toma reseñas que serán necesarios para la evaluación del trabajo de investigación, manejando información referente al estudio que se realiza y por consiguiente resulta una gran ventaja en la exploración
  - ✓ la determinación y evaluación de las diferentes clases de patologías existentes, se indaga todo lo correspondiente a daños estructurales ocasionados en el área de la estructura del puente, el cual nos brindará como resultado los datos necesarios para la obtención de gráficos, porcentajes estadísticos y análisis de resultados patológicos.
- El diseño y método de investigación se proyecta de la siguiente manera:

**M → O → A → E → R**

**Señala:**

**M: Muestra, O: Observación, A: Análisis, E: Evaluación, R: Resultados**

#### **4.2.-POBLACION Y MUESTRA:**

- ✓ En el presente trabajo investigativo de tesis describe el universo compuesto por todos los puentes viales existentes de concreto armado ubicado dentro del trayecto de la vía principal panamericana norte cruce a (catacaos-chiclayo) caserío la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018, establecido por la delimitación geográfica de la misma, la evaluación es de manera visual y metódica de todas las patologías existentes en la estructura del puente y en la que se halle en cada una de estas en la ciudad de Piura.

### **Muestra:**

- ✓ Para la muestra del trabajo de tesis que se elabora, se comprende que el total de los elementos estructurales del concreto armado del puente “Miguel Grau” ubicado dentro del trayecto de la vía principal panamericana norte caserío la legua, son identificados para obtener el estado patológico.
- ✓ Se concentra principalmente en la evaluación y determinación específicamente de la estructura del puente, identificando las diferentes muestras de las patologías efectivas de la cual nos permitirá obtener resultados útiles para el desarrollo del estado, grado y condición en la que se encuentra el sistema estructural.

### **4.3.-DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES:**

- ✓ en cuanto a la investigación perpetrada carece de operacionalización de variables y su investigación no posee hipótesis, ya que fue desarrollada de manera visual, específica, no experimental y de corte transversal, por consecuente no contiene variables ni indicadores de operacionalización de esta información conjunta del proyecto en investigación.

### **. 4.4.-TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS:**

- Se evalúa técnica y visualmente los datos de campo, obteniendo como resultado la recolección de datos según el estudio y muestreo realizado. Para tomar datos se usa los instrumentos necesarios para la elaboración de la misma, la cual será de inmenso provecho para la evaluación patológica del proyecto.
- Estos instrumentos de recolección son los siguientes:
  - ✓ **Libreta o carpeta de anotaciones**, nos permite anotar todo lo recolectado en campo para el proceso de cálculo y análisis del proyecto.
  - ✓ **Guías, catálogos y manuales de referencias**, se utilizó para adquirir el conocimiento necesario acerca de los diversos tipos de patologías y poder identificar grado de daño ocasionado.

- ✓ **Cámara fotográfica**, para detallar con precisión las distintas perspectivas de las áreas estudiadas.
- ✓ **El GPS**, para la ubicación y punto exacto del puente que se evalúa.
- ✓ **Cinta métrica**, para realizar las medidas del tamaño y expansión de las áreas afectadas, brocha utilizada para la limpieza y divisar mejor la patología a estudiar.
- ✓ Se formula una hoja de un cuadro de cálculo y gráficos estadísticos para el proceso de la información obtenida en el campo proporcionando facilidad en el estudio realizado en campo.

#### **4.5.-PLAN DE ANALISIS:**

- El resultado del plan de estudio y análisis se relaciona de la siguiente manera:
  - En la **evaluación** elaborada en campo primero nos dirigimos a la Ubicación del área de investigación donde tomaremos **muestras** y la cantidad de patologías existentes en la estructura.
  - Obtener el nivel del **índice de daño** de la estructura del puente, mediante la recolección de datos tomados en el área lo cual obtendremos el tipo de patología que se examina y su condición.
  - Se realiza el proceso de **análisis** de la información que se estudió de los tipos de patologías que se hallaron durante la Investigación, proporcionando así información básica del daño que se ha ocasionado en el puente.
  - Se concluye que la información analizada nos permitirá obtener los **resultados** finales a través de las mediciones para realizar tablas de identificación de los diversos tipos de fallas existentes presentes en el área, obteniendo la magnitud del daño y el estado o condición actual en el que se encuentra el sistema estructural del puente

#### 4.6.-MATRIZ DE CONSISTENCIA:

*Cuadro N° 06: Matriz de Consistencia*

<p><b>“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018”</b></p>			
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		<p><b>Bachiller:</b> Bernal Sigüenza Jordy Wilfredo.</p> <p>Tesis para optar el título de ingeniero civil.</p>	
Enunciado del problema	Objetivos	VARIABLES	Metodología
<p>¿Qué escala determinara y evaluará las diferentes patologías del sistema del “puente vial Miguel Grau ubicada en el trayecto de la panamericana norte Piura, en el cauce del río Piura en el caserío la legua-distrito de Catacaos-provincia</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>El objetivo genérico del proyecto es Determinar y evaluar las patologías y la magnitud del daño ocasionado en el puente vial Miguel Grau ubicada en el trayecto de panamericana norte piura-caserio la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018, en ello se anotará lo imprescindible a la apreciación obtenida de las patologías en campo.</p>	<p><b>V. Dependiente:</b></p> <p>Determinar y evaluar las patologías y la magnitud del daño del puente vial Miguel Grau ubicada en el trayecto de panamericana norte piura-caserio la legua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018.</p>	<p><b>El tipo de investigación:</b></p> <p>En general la línea de investigación que se elabora es del tipo descriptivo, visual, no Experimental y de corte transversal, teniendo en cuenta lo mencionado evaluaremos técnicamente cada patología existente en el área afectada.</p> <p><b>Nivel de la investigación:</b></p> <p>El nivel de indagación que se realiza en el proyecto es de forma explicativa e interpretativa en lo que concierne al problema en estudio, para la cual consigue percibir y definir los</p>

<p>de Piura-departamento de Piura-  Octubre 2018”, obteniendo datos de la magnitud del daño y aplicando el estado regular para el mejoramiento o mantenimiento del puente considerado?</p>	<p><b>Objetivo Especifico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ identificar y determinar los diferentes problemas patológicos que se hayan encontrado en las estructuras de concreto armado del puente vial Miguel Grau, causantes del deterioro estructural.</li> <li>✓ Evaluar y medir el nivel o grado de afectación de las patologías encontradas en la zona de estudio en donde se realiza la investigación a través de datos adquiridos en campo que nos permiten localizar los tipos patológicos que genera el daño en la infraestructura.</li> </ul>	<p><b>V. Independiente:</b></p> <p>Estructura de concreto armado del puente vial Grau ubicada en el trayecto de panamericana norte piura-caserio la lengua-distrito de Catacaos-provincia de Piura-departamento de Piura-octubre 2018.</p>	<p>paramentos más resaltantes sujetos a estudio para la determinación y evaluación de las anomalías existentes en el plan de investigación señalado.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b></p> <p>Guías, catálogos y manuales de referencias.</p> <p>Libreta o carpeta de anotaciones.</p> <p><b>Plan de análisis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En la <b>evaluación</b> a campo primero nos dirigimos a la Ubicación del área de investigación donde tomaremos <b>muestras</b> y la cantidad de patologías existentes en la estructura.</li> <li>✓ Se realiza el proceso de <b>análisis</b> de la información que se estudió de los tipos de patologías que se hallaron durante la Investigación, proporcionando así información básica del daño que se ha ocasionado en el puente.</li> </ul>
--	--	--	---

**FUENTE:** elaboración propia.

#### **4.7.- PRINCIPIOS ETICOS:**

- ✓ En este proyecto de investigación del ámbito estudiado se ha obtenido resultados desarrollados de distintos documentos y trabajos, incluyendo conceptos básicos de lo que se requiere investigar. se brinda como valor al tiempo y esfuerzo del autor que ha realizado cada investigación.
  
- ✓ En la investigación se ha considerado el progreso y avance y de los principios éticos que debe poseer el proyecto para presentar y contribuir los conocimientos a la ingeniería civil, respetando derechos de autor de los documentos que se ha realizado la investigación y que ha contribuido para el estudio y evaluación del proyecto.
  
- ✓ En el desarrollo del presente proyecto de investigación se ha tomado resultados obtenidos a partir de distintos documentos y trabajos relacionados al ámbito estudiado, realizados en equipos o basados en antecedentes incluyendo conceptos básicos de lo que se requiere investigar. Se toma en cuenta el esfuerzo y el tiempo ejecutado por el autor de cada trabajo realizado.

## **V.-RESULTADOS:**

En los resultados siguientes se determina el estado y condición en la que se encuentra el puente vehicular Miguel Grau entre la panamericana norte-caserío la legua, se ha evaluado el daño en cada parte estructural del puente, recolectando el total de los datos para la determinación del estado del puente.

En este estudio se evalúa los tipos de estructura, el cual nos brinda en cada una de ellas los porcentajes de severidad en la que se encuentra comprometida las diferentes secciones del puente, comprobando su capacidad de vida útil.

Para procesar todos los resultados ya analizados se evalúa conforme a la guía de evaluación de puentes del ministerio de transportes y comunicaciones M.T.C y definir con ello el estado patológico del puente.

Por consiguiente el formato SCAP nos ayudara a obtener la condición y estado que se encuentra el total del puente.

## Tabla de Rangos de Condición

*Cuadro N° 07: Condición Global del Puente*

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

**FUENTE: Guía de evaluación de puentes del ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC).**

## 5.1.-RESULTADOS:

Las patologías encontradas en campo fueron evaluados de forma muy crítica, la cual se denominó la clasificación, a través del formato o ficha del SCAP, los tipos de patologías encontradas en la estructura están clasificadas de la siguiente manera:

**Cuadro N° 08:** Relación de elementos conforme la metodología SCAP.

TIPOS DE ELEMENTOS EVALUADOS		
Código de muestra	ítem	Mecanismo
UM-01	311	Veredas peatonales de concreto
UM-02	352	Barandas de concreto
UM-03	101	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal)
UM-04	301	Revestimiento de asfalto
UM-05	328	Apoyos de concreto
UM-06	406	Obras de protección: protección contra socavación (enrocado)
UM-07	344	Juntas de dilatación tipo compresible expandible solido
UM-08	241	Elevación de pilares de concreto armado
UM-09	216	Zapata de concreto armado
UM-10	202	Elevación de estribos de concreto armado

**FUENTE:** *Elaboración Propia*

En el procedimiento recopilatorio de información y anotaciones en el área de estudio se ha elaborado modelo o formato de hoja de cálculo, el cual ha sido diseñado para sustentar los metrados de los datos adquiridos en campo obteniendo así el tipo y condición en cada sección del puente evaluado logrando alcanzar el nivel de rigidez en su estructura y su estado general del puente.

Cuadro N° 09: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN VEREDAS DE C° UM-01

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE (ULADECH)					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"					
		NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-01 311 VEREDAS PEATONALES DE CONCRETO		
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO	ANCHO	ELEMENTOS VERTICALES	UNIDAD	TOTAL	
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	300	1.25	1	M2	375	
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	300	1.25	1	M2	375	
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL			M2	750	
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA					
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %	
UM-01	DESCASCARAMIENTO	M2	82.90	44.87%	300 X2	1.25 X2	750 - 336.56	55.13%	
	GRIETAS	M2	16.48						
	FISURAS	M2	210.46						
	IMPACTOS	M2	26.72						
	<b>TOTAL</b>		<b>336.56</b>	<b>2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>413.44</b>			

FUENTE: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 10: porcentajes y nivel de daño de la UM-01**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		VEREDAS PEATONALES DE CONCRETO
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA- SION	
LIXIVIACION	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	NIVEL DE SE- VERIDAD

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

PATOLOGIAS	M2	X100%
DESCASCARAMIENTO	82.9	11.05 %
GRIETAS	16.48	2.19 %
FISURAS	210.46	28.06 %
IMPACTOS	26.72	3.56 %
<b>TOTAL</b>		<b>44.87 %</b>

$R=336.56 \times 5.99 / 750$

**R=2.69**

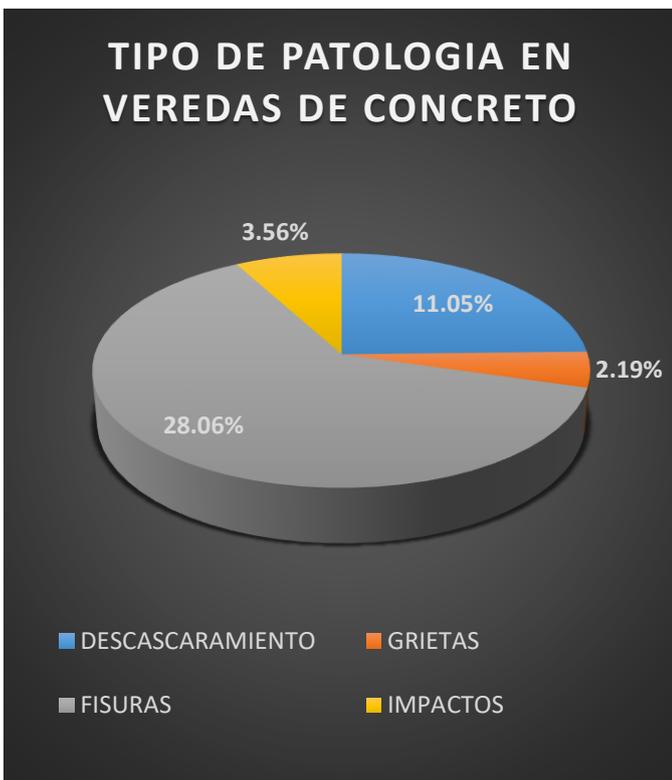
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

AREA AFECTADA	45%
AREA NO AFECTADA	55%

**FUENTE: Elaboración Propia**

**GRAFICO N° 01: Proporción estadística de las patologías de la UM-01**



**FUENTE: Elaboración Propia.**

**Cuadro N° 11: RESULTADO DE PATOLOGIAS DE BARANDAS DE C° UM-02**

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE  (ULADECH)					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE Puentes							
		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"							
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-02  352 BARANDAS DE CONCRETO				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO	BANDERA HORIZONTAL	BANDERA VERTICAL	UNIDAD	TOTAL	
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	LONG.	300	0.87	ML	600	
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	CANT.	2	156X2	ML	271.44	
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL	600	271.44	TOTAL	871.44	
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA					
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LONG.HZ	LONG.V	AREA	PORCENTAJE %	
UM-02	DESCASCAMIENTO	ML	63.46	42.59%	600	271.4	871.4-371.16	57.41%	 
	GRIETAS	ML	110.00						
	FISURAS	ML	150.70						
	EFLORESCENCIA	ML	47.00						
	<b>TOTAL</b>		<b>371.16</b>	<b>2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>500.28</b>			

FUENTE: Elaboración propia.

**Cuadro N° 12: porcentajes y nivel de daño de la UM-02**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		BARANDAS DE CONCRETO
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA- SION	
LIXIVIACION	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	NIVEL DE SE- VERIDAD

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

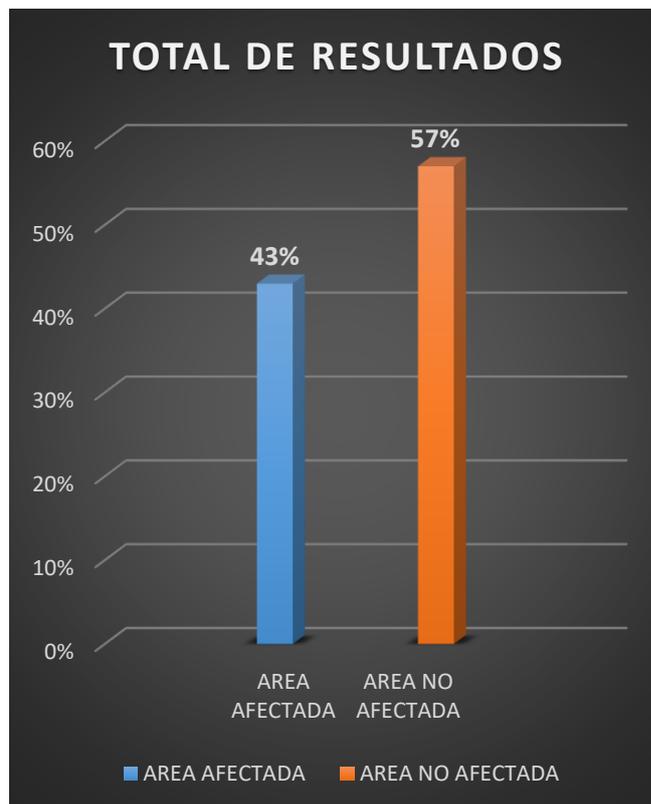
$R=371.16 \times 5.99 / 871.44$ <b>R=2.55</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

PATOLOGIAS	ML	X100%
DESCASCARAMIENTO	63.46	7.28 %
GRIETAS	110.00	12.62 %
FISURAS	150.70	17.29 %
EFLORESCENCIA	47.00	5.39 %
<b>TOTAL</b>		<b>42.59 %</b>

AREA AFECTADA	43%
AREA NO AFECTADA	57%

**FUENTE: Elaboración Propia**

**GRAFICO N° 02: Proporción estadística de las patologías de la UM-02**



**FUENTE: elaboración propia.**

Cuadro N° 13: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN LOSA DE C•A• UM-03

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE (ULADECH)					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES			"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"					
	NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-03 <b>191 LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO LONGITUDINAL)</b>			
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LONG. DE PAÑO	ANCHO	N# CARRI- LES	N# PA- ÑOS	UNIDAD	TOTAL
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	25	4.25	1	12	M2	1275
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	25	4.25	1		M2	1275
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12			212.50	2550	M2	2550
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA					
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %	
UM- 03	DESPRENDIMIENTO	M2	97.12	40.43 %	25	8.5X 12	2550- 1031	59.57 %	
	GRIETA LONG.	M2	39.83						
	FISURAS	M2	114.26						
	CORROSION	M2	142.60						
	EFLORESCENCIA	M2	153.60						
	DETERIORO JUNTAS	M2	19.25						
	MANCHAS	M2	464.36						
<b>TOTAL</b>		<b>1031.02</b>	<b>2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1519</b>				

FUENTE: Elaboración Propia

**Cuadro N° 14: porcentajes y nivel de daño de la UM-03**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		LOSA DE CONCRETO ARMADO
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA- SION	
MANCHAS	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	NIVEL DE SE- VERIDAD
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

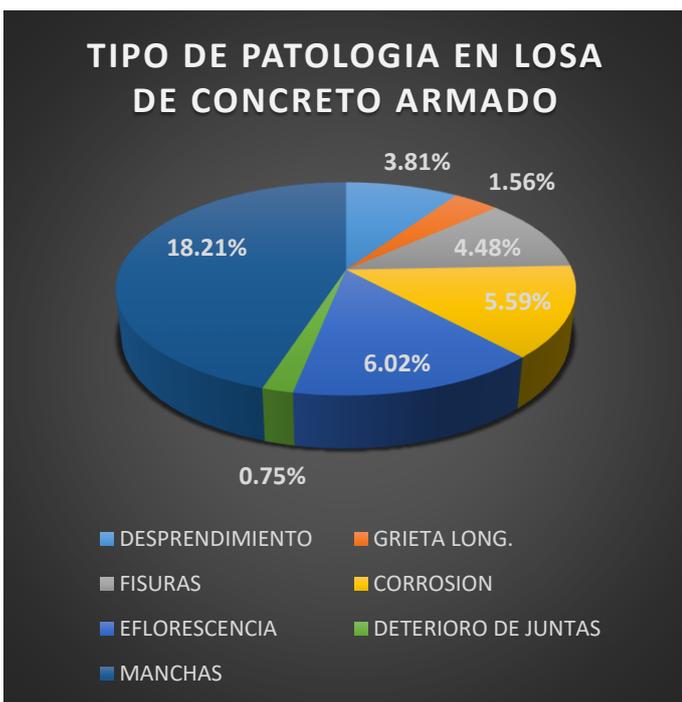
R=1031.02X5.99/2550	
<b>R=2.42</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

PATOLOGIAS	M2	X100%
DESPRENDIMIENTO	97.12	3.81 %
GRIETA LONG.	39.83	1.56 %
FISURAS	114.26	4.48 %
CORROSION	142.60	5.59 %
EFLORESCENCIA	153.60	6.02 %
DETERIORO DE JUNTAS	19.25	0.75 %
MANCHAS	464.36	18.21 %
<b>TOTAL</b>		<b>40.43 %</b>

AREA AFECTADA	40 %
AREA NO AFECTADA	60%

**FUENTE: Elaboración Propia**

**GRAFICO N° 03: Proporción estadística de las patologías de la UM-03**



**FUENTE: Elaboración Propia**

**Cuadro N° 15: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN REVESTIMIENTO DE ASFALTO UM-04**

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO										
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE (ULADECH)						
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"						
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-04					
				10/11/ 2018	301 REVESTIMIENTO DE ASFALTO					
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL						
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO	ANCHO	ELEMENTOS VERTICALES	UNIDAD	TOTAL		
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	300	3.25	1	M2	975		
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	300	3.25	1	M2	975		
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL			M2	1950		
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA						
5230289		80650290								
PROGRESIVA		992+345 KM								
ELEVACION		29.00 m.s.n.m								
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO										
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA	
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %		
UM-04	PULIMIENTO	M2	236.44	16.75%	300X2	1.25 X2	1950 - 326.61	83.25 %	 	
	GRIETAS LONG.	M2	32.82							
	DETERIORO EN JUNTAS	M2	25.89							
	IMPACTOS	M2	31.46							
	<b>TOTAL</b>		<b>326.61</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1623.4</b>				

FUENTE: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 16: porcentajes y nivel de daño de la UM-04**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		REVESTIMIENTO DE ASFALTO
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA-SION	
LIXIVIACION	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
		NIVEL DE SE-VERIDAD
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

R=326.61X5.99/1950	
<b>R=1.01</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
BUENO	1.00-1.99

PATOLOGIAS	M2	X100%
PULIMIENTOS	236.44	12.13 %
GRIETAS	32.82	1.68 %
DETERIORO EN JUN-TAS	25.89	1.33 %
IMPACTOS	31.46	1.61 %
<b>TOTAL</b>		<b>16.75 %</b>

AREA AFECTADA	17 %
AREA NO AFECTADA	83 %

**FUENTE: Elaboración Propia.**

**GRAFICO N° 04: Proporción estadística de las patologías de la UM-04**



**FUENTE: Elaboración Propia.**

**Cuadro N° 17: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN APOYOS DE CONCRETO UM-05**

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE  (ULADECH)					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES		“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA–DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018”					
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-05 <b>328 APOYOS DE CONCRETO</b>				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO	ANCHO	N# DE APOYOS	UNIDAD	TOTAL	
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO			2	M2	17.10X13	
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	9.20	1.90	11	M2		
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	<b>TOTAL</b>	17.10	<b>222.30</b>		<b>222.30</b>	
<b>COORDENADAS GEOGRAFICAS</b>				TOMA FOTOGRAFICA					
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
<b>DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO</b>									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %	
UM-05	DESPRENDIMIENTOS	M2	11.76	43.69 %	8.5	1.9X 13	222.3 - 91.71	56.31 %	
	GRIETAS	M2	4.57						
	MANCHAS	M2	8.43						
	FISURAS	M2	17.40						
	CORROSION	M2	23.26						
	EFLORESCENCIA	M2	31.72						
	<b>TOTAL</b>		<b>97.14</b>						

FUENTE: Elaboración Propia

**Cuadro N° 18: porcentajes y nivel de daño de la UM-05**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		APOYOS DE CONCRETO
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA- SION	
MANCHAS	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	NIVEL DE SE- VERIDAD

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

R=91.71X5.99/209.95	
<b>R=2.61</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

AREA AFECTADA	44 %
AREA NO AFECTADA	56 %

PATOLOGIAS	M2	X100%
DESPRENDIMIENTOS	11.76	5.29 %
GRIETAS	4.57	2.10 %
MANCHAS	8.43	3.79 %
FISURAS	17.40	7.83 %
CORROSION	23.26	10.46 %
EFLORESCENCIA	31.72	14.27 %
<b>TOTAL</b>		<b>43.69 %</b>

**FUENTE: Elaboración Propia.**

**GRAFICO N° 05: Proporción estadística de las patologías de la UM-05**



**FUENTE: elaboración propia**

**Cuadro N° 19: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN PROTECCION ENROCADO UM-06**

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE  (ULADECH)					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES		“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA–DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018”					
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-06  406 OBRAS DE PROTECCION CONTRA SOCOVACION (ENROCADO)				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	TIPO	LARGO	ANCHO	SECCIONES DE ENROCADO	UNIDAD	TOTAL
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	ESTRIBO	10	4.20	42X2	M2	84.00
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	PILAR	9	3.50	31.50X11	M2	346.00
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL			430		430.00
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA					
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %	
UM-06	DESPRENDIMIENTO O DESPLAZAMIENTO	M2	21.40	20.54 %	19	25	430 - 88.36	79.40 %	 
	SOCAVACION	M2	39.50						
	DESMORONAMIENTO DESCASCARAMIENTO	M2	27.46						
	<b>TOTAL</b>		<b>88.36</b>	<b>1</b>	<b>TOTAL</b>		<b>341.64</b>		

FUENTE: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 20: porcentajes y nivel de daño de la UM-06**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		PROTECCION CONTRA SOCAVACION
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA- SION	
MANCHAS	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESMORONAMIENTO	FRACTURAS	NIVEL DE SE- VERIDAD

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

$R=88.36 \times 5.99 / 430$   
**R=1.23**

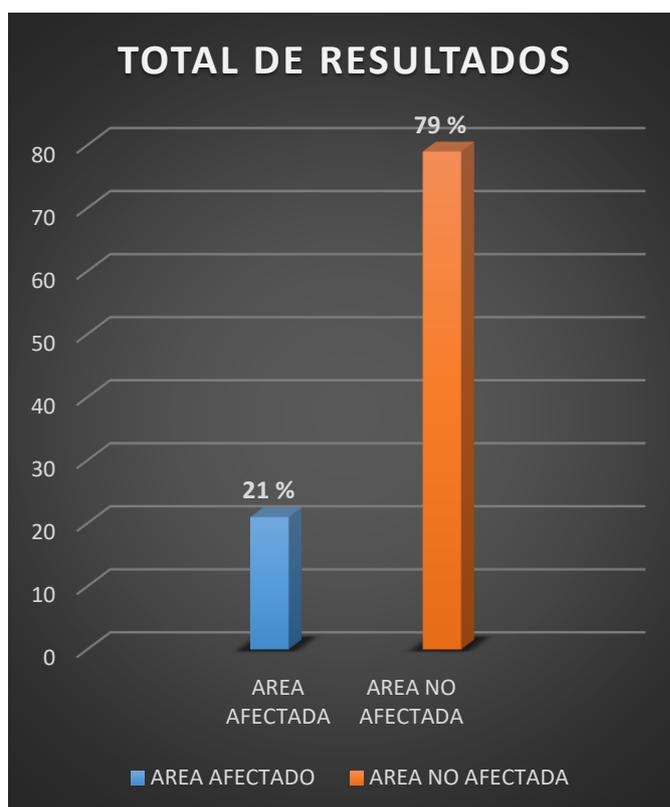
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
BUENO	1.00-1.99

PATOLOGIAS	M2	X100%
DESPRENDIMIENTOS	21.40	4.97 %
SOCAVACION	39.50	9.19 %
DESMORONAMIENTO	27.46	6.39 %
<b>TOTAL</b>		<b>20.54 %</b>

AREA AFECTADA	21 %
AREA NO AFECTADA	79 %

**FUENTE: Elaboración propia**

**GRAFICO N° 06: Proporción estadística de las patologías de la UM-06**



**FUENTE: Elaboración propia**

**Cuadro N° 21: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN JUNTAS DE DILATAION UM-07**

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE  (ULADECH)					
JORDY WILFREDO									
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES		“DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA–DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018”					
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-07				
				10/11/2018	344 JUNTAS DE DILATAION TIPO COMPRESIBLE EXPANDIBLE SOLIDO.				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO	ANCHO	N# DE JUNTAS	UNIDAD	TOTAL	
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO			5.10 X	M2	5.10X13	
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	8.50	0.60	13	M2		
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL	5.10	66.30		66.30	
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA					
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %	
UM-07	FRACTURAS LONG Y TRVS.	M2	2.50	22.37 %	8.5	0.6X13	66.30	77.63 %	
	GRIETAS LONG Y TRAVS.	M2	1.43						
	FISURAS	M2	6.64						
	DESPRENDIMIENTOS	M2	1.44						
	PULIMIENTO	M2	2.82						
TOTAL		14.83	1	TOTAL	51.47				

FUENTE: Elaboración Propia

**Cuadro N° 22: porcentajes y nivel de daño de la UM-07**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		JUNTAS DE DILATACION
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA- SION	
MANCHAS	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
		NIVEL DE SE- VERIDAD
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

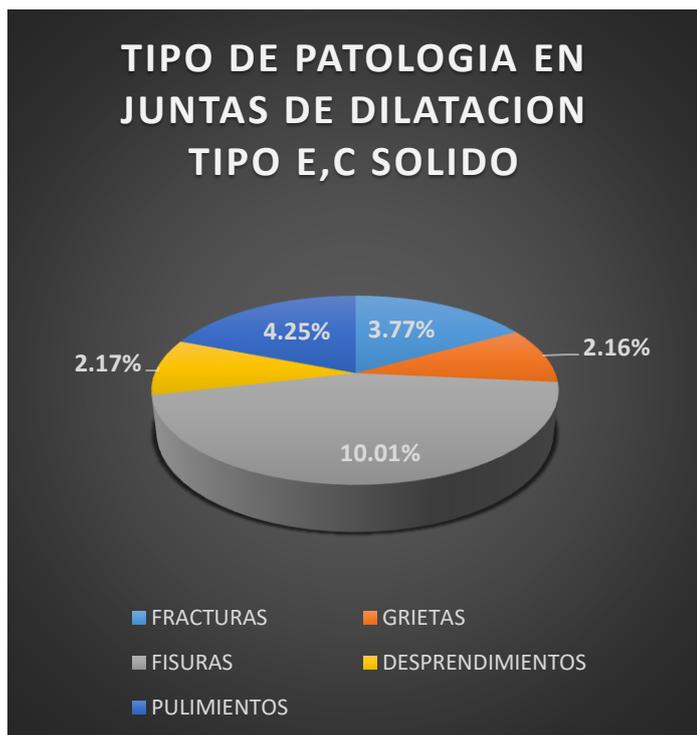
PATOLOGIAS	M2	X100%
FRACTURAS	2.50	3.77 %
GRIETAS	1.43	2.16 %
FISURAS	6.64	10.01 %
DESPRENDIMIENTOS	1.44	2.17 %
PULIMIENTOS	2.82	4.25 %
<b>TOTAL</b>		<b>22.37 %</b>

$R=13.83 \times 5.99 / 66.30$ <b>R=1.34</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
BUENO	1.00-1.99

AREA AFECTADA	22 %
AREA NO AFECTADA	78 %

**FUENTE: Elaboración propia**

**GRAFICO N° 07: Proporción estadística de las patologías de la UM-07**



**FUENTE: Elaboración propia.**

Cuadro N° 23: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN ELEVACION DE PILARES DE C° A° UM-08

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE		MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES		(ULADECH)					
		"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"							
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-0 241 ELEVACION DE PILARES DE CONCRETO ARMADO				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO H	ANCHO PERI- METRO DEL PILAR	N # PILARES	UNIDAD	TOTAL	
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO						
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984	7.00	3.77	2 X 11	M2	26.39X22	
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL	26.39	580.58		580.58	
COORDENADAS GEOGRAFICAS			TOMA FOTOGRAFICA			 			
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCEN- TAJE %	
UM-08	IMPACTOS	M2	8.34	41.94 %	7.00	3.77 X22	580.6- 243.54	58.06 %	 
	EFLORESCENCIA	M2	34.20						
	SOCAVACION	M2	48.90						
	CORROSION	M2	45.24						
	HUMEDAD	M2	10.38						
	EROSION POR CAVI- TACION	M2	96.48						
TOTAL		243.54		2	TOTAL		337.06		

FUENTE: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 24: porcentajes y nivel de daño de la UM-08**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		ELEVACION DE PILARE DE C° A°
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRAISION	
LIXIVIACION	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	
		NIVEL DE SEVERIDAD

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

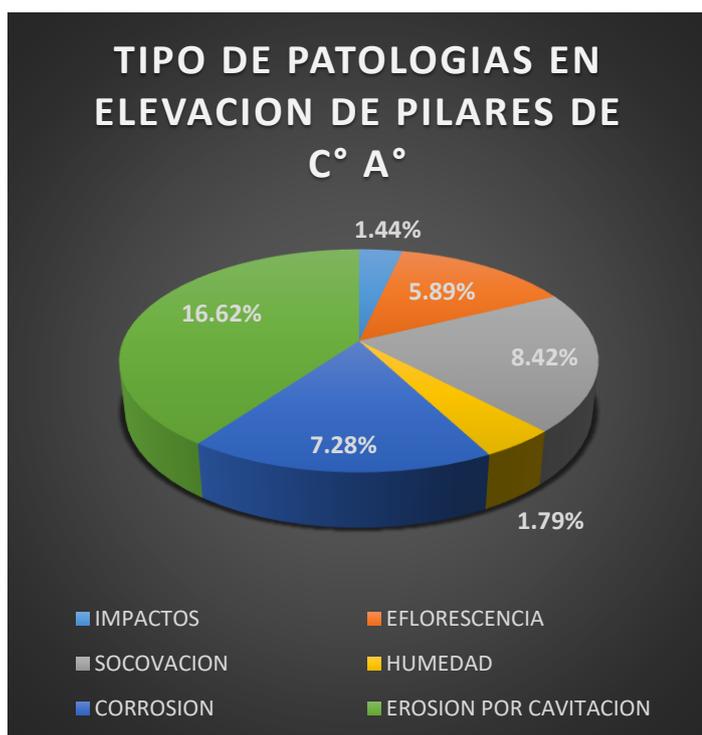
PATOLOGIAS	M2	X100%
IMPACTOS	8.34	1.44 %
EFLORESCENCIA	34.20	5.89 %
SOCOAVACION	48.90	8.42 %
HUMEDAD	10.38	1.79 %
CORROSION	42.24	7.28 %
EROSION POR CAVITACION	96.48	16.62 %
<b>TOTAL</b>		<b>41.94 %</b>

$R=243.54 \times 5.99 / 580.60$ <b>R=2.51</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

AREA AFECTADA	42 %
AREA NO AFECTADA	58 %

**FUENTE: Elaboración Propia.**

**GRAFICO N° 08: Proporción estadística de las patologías de la UM-08**



**FUENTE: Elaboración Propia.**

Cuadro N° 25: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN ZAPATA DE C° A° UM-09

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO										
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE (ULADECH)						
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES			"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"						
	NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA 10/11/ 2018	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-09 216 ZAPATA DE CONCRETO ARMADO				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL						
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO H	ANCHO DE PERIMETRO ZAPATA	N # ZAPATAS	UNIDAD	TOTAL		
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	1.80	26.6	11	M2	47.88X11		
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984				M2			
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL	47.88	526.68		526.68		
COORDENADAS GEOGRAFICAS				TOMA FOTOGRAFICA						
5230289		80650290								
PROGRESIVA		992+345 KM								
ELEVACION		29.00 m.s.n.m								
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO										
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA	
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %		
UM-09	IMPACTOS	M2	42.90	43.75 %	1.80	26.6 X11	526.7-230.43	56.25 %	 	
	ASENTAMIENTO	M2	29.23							
	SOCAVACION	M2	73.84							
	HUMEDAD	M2	32.40							
	EROSION POR CAV.	M2	35.56							
	OXIDACION	M2	16.50							
	<b>TOTAL</b>		<b>230.43</b>							<b>2</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 26: porcentajes y nivel de daño de la UM-09**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUENTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		ZAPATAS DE C° A°
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRAISION	
LIXIVIACION	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
		NIVEL DE SEVERIDAD
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

PATOLOGIAS	M2	X100%
IMPACTOS	42.90	8.14 %
ASENTAMIENTOS	29.23	5.55 %
SOCOAVACION	73.84	14.02 %
HUMEDAD	32.40	6.15 %
EROSION POR CAVITACION.	35.56	6.75 %
OXIDACION	16.50	3.13 %
<b>TOTAL</b>		<b>43.75 %</b>

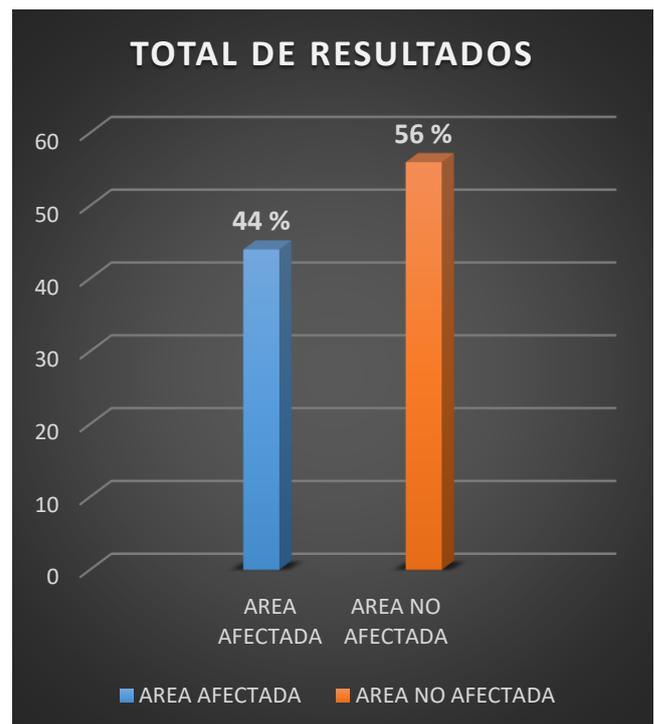
$R=230.43 \times 5.99 / 526.70$   
**R=2.62**

RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

AREA AFECTADA	44 %
AREA NO AFECTADA	56 %

**FUENTE: Elaboración Propia.**

**GRAFICO N° 09: Proporción estadística de las patologías de la UM-09**



**FUENTE: Elaboración Propia.**

**Cuadro N° 27: RESULTADO DE PATOLOGIAS EN ELEVACION DE ESTRIBOS DE C° A° UM-10**

FICHA DE EVALUACION DE CAMPO									
INSPECCIONADA POR : BACH-BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO				UNIVERSIDAD PRIVADA LOS ANGELES DE CHIMBOTE (ULADECH)					
 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	MODELO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE PUENTES								
	"DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL PUENTE VIAL MIGUEL GRAU CON LONGITUD DE 300 METROS, SU PROGRESIVA DE 992+346 KM, DE LA VIA PANAMERICANA NORTE PIURA DEL CASERIO LA LEGUA-DISTRITO DE CATACAOS-PROVINCIA DE PIURA-DEPARTAMENTO DE PIURA-OCTUBRE 2018"								
NOTA GENERICA DEL PUENTE EN EVALUACION				FECHA	CUADRO DE EVALUACION DE PATOLOGIAS DE LA UM-10				
				10/11/ 2018	202 ELEVACION DE ESTRIBOS DE CONCRETO ARMADO				
DENOMINACION	MIGUEL GRAU	LONGITUD	300 M	TABLA DE METRADO DE AREA TOTAL					
DISTRITO	CATACAOS	TIPO	LOSA	LARGO	ANCHO ESTRIBO	N # ESTRIBOS	UNIDAD	TOTAL	
CACERIO	LA LEGUA	ESTRUCTURA	CONCRETO ARMADO	5.5	14.10	2	M2	77.55X2	
PROVINCIA	PIURA	AÑO DE CONSTRUCCION	1984				M2		
DEPARTAMENTO	PIURA	TRAMO	12	TOTAL	77.55	155.10		155.10	
COORDENADAS GEOGRAFICAS			TOMA FOTOGRAFICA						
5230289		80650290							
PROGRESIVA		992+345 KM							
ELEVACION		29.00 m.s.n.m							
DESCRIPCION DE EVALUACION EN CAMPO									
CODIGO	MUESTRA /TIPO DE PATOLOGIA	AREA AFECTADA			AREA NO AFECTADA				EVIDENCIA
		UNIDAD	AREA	PORCENTAJE %	LARGO	ANCHO	AREA	PORCENTAJE %	
UM-10	SOCAVACION	M2	5.25	9.65 %	5.50	14.1X 2	155.1- 14.98	90.35 %	
	HUMEDAD	M2	1.02						
	FISURAS	M2	3.75						
	EFLORESCENCIA	M2	4.96						
TOTAL		14.98	0	TOTAL	140.12				

FUENTE: Elaboración Propia.

**Cuadro N° 28: porcentajes y nivel de daño de la UM-10**

CLASIFICACION DE PATOLOGIAS EN LA EVALUACION DEL PUEBTE VIAL		
TIPO DE PATOLOGIAS		ELEVACION DE ESTRIBOS DE C° A°
EROSION POR CAVITACION	EROSION POR ABRA-SION	
HUMEDAD	FISURAS	
COLONIZACION	GRIETAS	
DETERIORO EN JUNTAS	DESPRENDIMIENTOS	
ASENTAMIENTOS	EFLORESCENCIA	
PULIMIENTOS	OXIDACION	
DISGREGACION	CORROSION	
FILTRACION(HUMEDAD)	IMPACTOS	
SOCAVACION	CARBONATACION	
DESCASCARAMIENTO	FRACTURAS	NIVEL DE SE-VERIDAD

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

PATOLOGIAS	M2	X100%
SOCOAVACION	5.25	3.38 %
HUMEDAD	1.02	0.66 %
FISURAS	3.75	2.42 %
EFLORESCENCIA	4.96	3.20 %
<b>TOTAL</b>		<b>9.65 %</b>

R=14.98X5.99/155.10	
<b>R=0.58</b>	
RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXELENTE	0.00-0.99

AREA AFECTADA	10 %
AREA NO AFECTADA	90 %

**FUENTE: Elaboración propia.**

**GRAFICO N° 10: Proporción estadística de las patologías de la UM-10**



**FUENTE: Elaboración propia.**

▪ **Interpretación de los resultados de las muestras:**

- ❖ De la obtención de resultados de las deferentes unidades de muestra se tiene los siguientes resultados porcentuales de las secciones: en laUM-01 **veredas de concreto** 45% afectada y 55% no afectada, UM-02 **barandas de concreto** 43% afectada y 57% no afectada, UM-03 **losa de C° A°** 40% afectada y 60% no afectada, UM-04 **revestimiento de asfalto** 17% afectada y 83% no afectada, UM-05 **apoyos de concreto** 44% afectada y 56% no afectada, UM-06 **enrocado** 21 % afectada y 79 % no afectada, UM-07 **juntas de dilatación** 22 % afectada y 78 % no afectada, UM-08 **elevación de pilares C° A°** 42% afectada y 58% no afectada, en laUM-09 **zapata C° A°** 41% afectada y 59% no afectada, UM-10 **elevación de estribos C° A°** 10% afectada y 90% no afectada, se realizó la evaluación de 10 muestras localizadas en el puente.
- El total de todas las secciones evaluadas se encontró como resultados que el mayor daño estructural que más ha afectado es en la losa de concreto, las patologías presentes en esta sección son desprendimientos, grietas, fisuras, corrosión, eflorescencia, deterioro de juntas y manchas el cual se ha hecho presente en el estudio total del puente, el total de las muestras es de 40.43 % que corresponde al daño en la estructura y el grado de severidad es **regular** en esta sección evaluada.
- Para poder analizar a qué tipo de patología pertenecen cada una se recurrió al manual de evaluación de puentes SCAP, en ello se describe e identifica los diferentes Daños que están afectando a la estructura y poder identificar con mayor precisión qué tipo de patología se está tratando y en el Cuadro de patologías muestra todos los tipos de estas, que se encuentran detalladas en el manual.
- El cuadro de rango nos ayudó a identificar el grado de afectación que causa la patología en el total de todos las secciones Evaluados, esta es una gran herramienta la cual nos ayuda a encontrar en qué nivel esta de deteriorado el puente y qué Medidas tomar para su mejoramiento de la vía.

## RESULTADO GENERAL PATOLOGICO DEL PUENTE

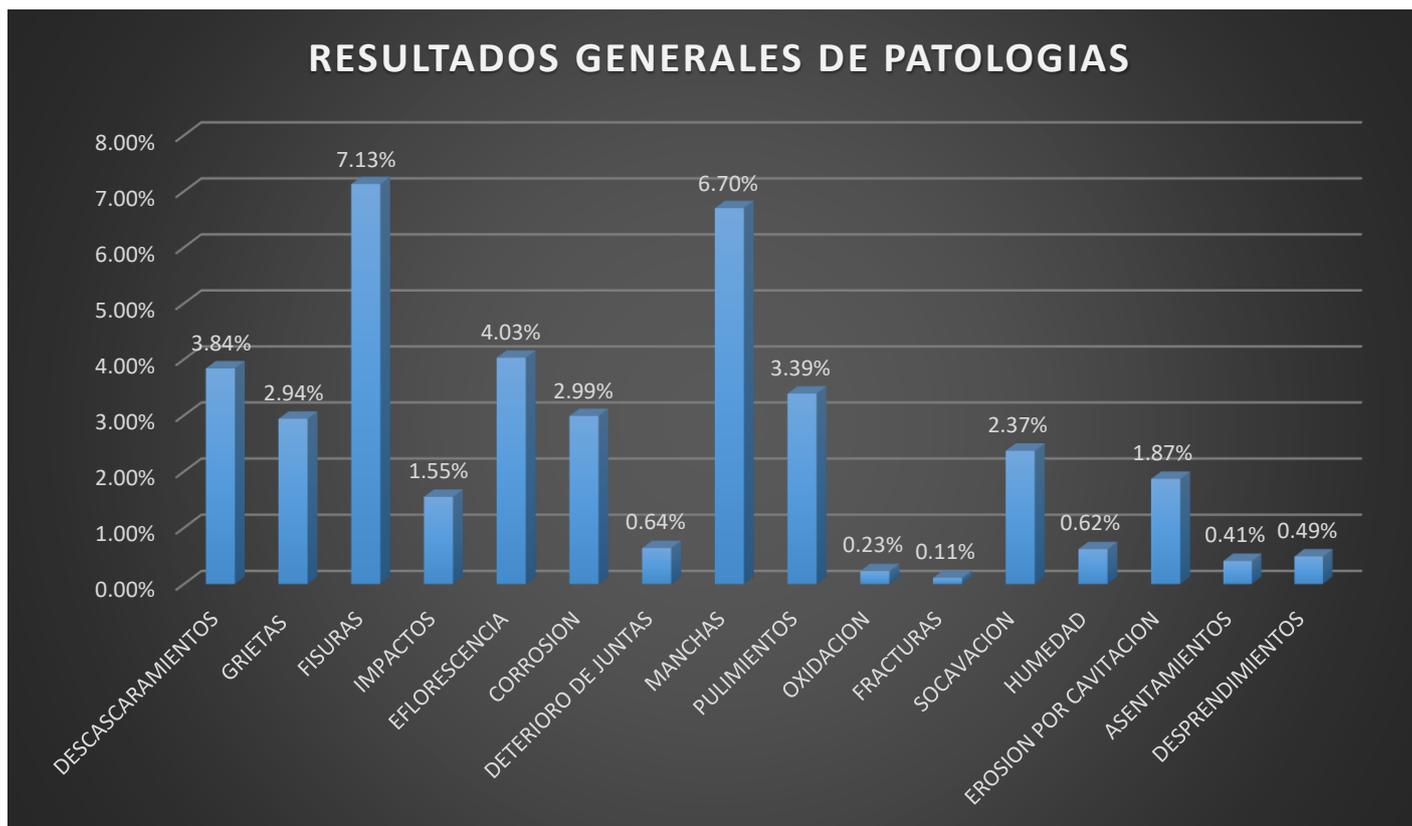
*CUADRO N° 29: RESULTADO GENERAL PATOLOGICO DEL PUENTE*

RESULTADOS TOTALES DEL GRADO DE SEVERIDAD DEL PUENTE MIGUEL GRAU-LA LEGUA					
ITEM	TIPO DE PATOLOGIAS	UND	METRADO TOTAL DEL PUENTE	METRADO DE PATOLOGIAS	PORCENTAJE DE PATOLOGIAS
1	DESCASCARAMIENTOS	M2	7061.95	270.94	3.84 %
2	GRIETAS	M2	7061.95	207.70	2.94 %
3	FISURAS	M2	7061.95	503.25	7.13 %
4	IMPACTOS	M2	7061.95	109.42	1.55 %
5	EFLORESCENCIA	M2	7061.95	283.94	4.03 %
6	CORROSION	M2	7061.95	211.10	2.99 %
7	DETERIORO DE JUNTAS	M2	7061.95	45.14	0.64 %
8	MANCHAS	M2	7061.95	472.79	6.70 %
9	PULIMIENTOS	M2	7061.95	239.26	3.39 %
10	OXIDACION	M2	7061.95	16.50	0.23 %
11	FRACTURAS	M2	7061.95	2.50	0.11 %
12	SOCAVACION	M2	7061.95	167.49	2.37 %
13	HUMEDAD	M2	7061.95	43.80	0.62 %
14	EROSION POR CAVITACION	M2	7061.95	132.04	1.87 %
15	ASENTAMIENTOS	M2	7061.95	29.23	0.41 %
16	DESPRENDIMIENTOS	M2	7061.95	34.60	0.49 %
<b>TOTAL</b>		<b>M2</b>	<b>7061.95</b>	<b>2769.70</b>	<b>39.31 %</b>

*FUENTE: Elaboración propia*

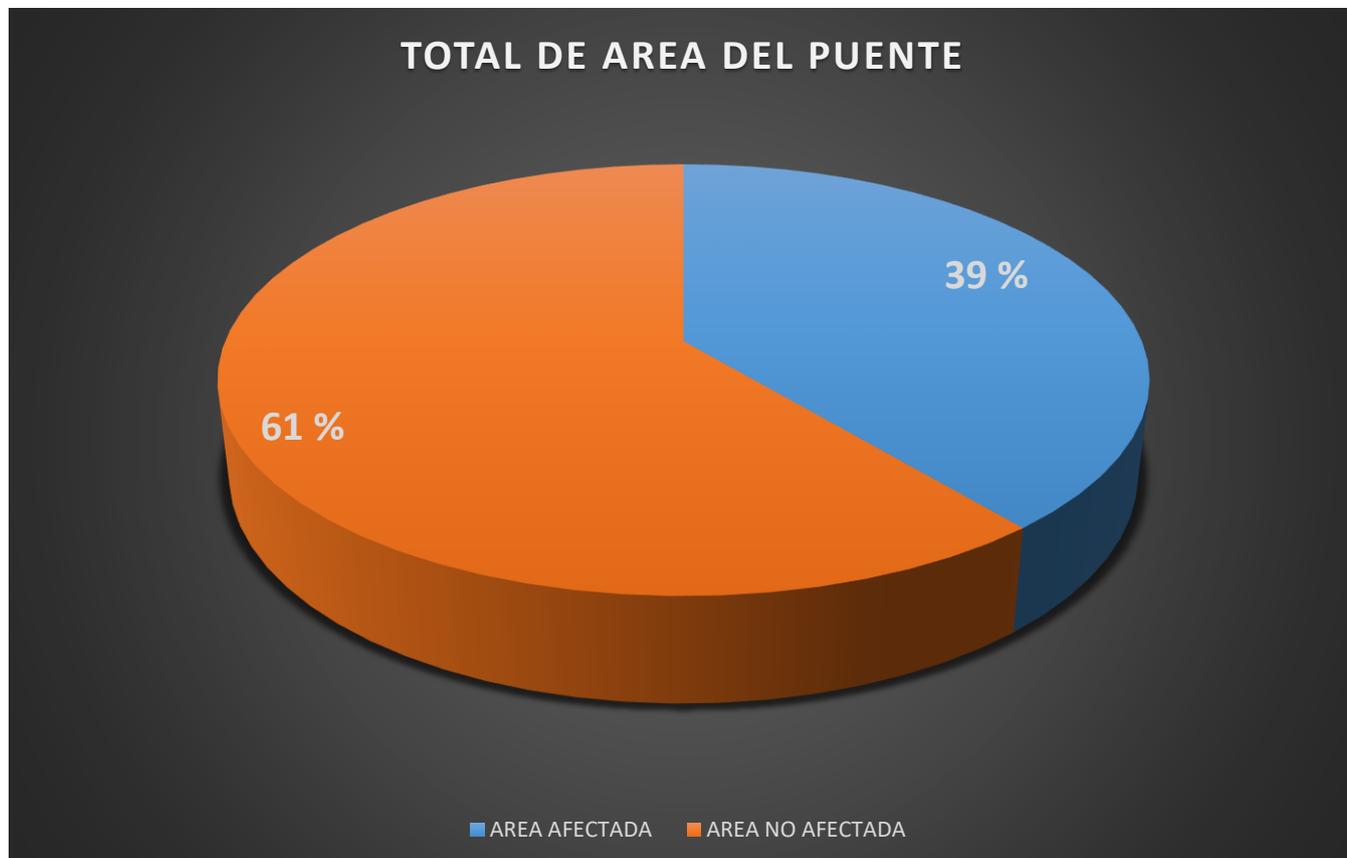
M2	AREA TOTAL DEL PUENTE	AREA AFECTADA TOTAL DEL PUENTE	AREA NO AFECTADA TOTAL DEL PUENTE
METRADO	7061.95	2769.70	4292.25
PORCENTAJE	100 %	39.31 %	60.69 %

**GRAFICO N° 12: Proporción estadística Del total de las patologías del puente.**



**FUENTE: Elaboración propia**

**GRAFICO N° 13: Proporción estadística total del área del puente.**



**FUENTE: Elaboración propia**

▪ **Interpretación total de la estructura del puente evaluada:**

- En la recolección de datos obtenidos de la evaluación en el puente se deduce las patologías existentes en el análisis de todos los resultados, siendo estos los siguientes: descascaramiento 3.84 %, gritas 2.64%, fisuras 7.13%, impactos 1.55%, eflorescencia 4.03%, corrosión 2.99%, deterioro de juntas 0.64%, manchas 6.70%, pulimientos 3.39%, oxidación 0.23%, fracturas 0.11%, socavación 2.37%, humedad 0.62%, erosión por cavitación 1.87%, asentamientos 0.41% y desprendimientos 0.49% siendo los niveles de porcentajes obtenidos de las diferentes patologías encontradas de la evaluación general de la estructura del puente.
- En el análisis total se deduce que las patologías más predominantes por su alto índice de severidad son: fisuras 7.13 % y manchas 6.70 %, siendo las patologías con mayor presencia en la estructura causantes en su mayoría del daño al puente.
- El área total del puente de es 7061.95 M2, en su evaluación el área afectada es de 2769.70 M2 y su área no afectada 4292.25 M2 de los resultados obtenidos.
- El porcentaje estadístico del grado de afectación de la estructura del puente es de 39% de área afectada y con 69 % área no afectada, siendo esta el resultado total del área evaluada del puente.
- Según el análisis de resultados el área afectada es considerable en la estructura con un 39 % en su totalidad del puente evaluado.

## CONDICION ESTADISTICA DE LOS ELEMENTOS Y DEL PUENTE

La condición estadística de la estructura del Puente es evaluada mediante el formato de (SCAP) esta metodología es aplicada para el análisis de cada muestra en la cual se describe los principales criterios empleados para la elaboración de las tablas de ajustes. Como se mencionó, se introduce el concepto de condición estadística que simplifica en un número, la información de la condición del elemento proveniente, del trabajo de campo.

*CUADRO N° 30: Elementos Patológicos Evaluados*

<b>ELEMENTOS EVALUADOS</b>				
<b>ITEM</b>	<b>CODIGO</b>	<b>MECANISMO</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO TOTAL OBTENIDO</b>
01	311	Veredas peatonales de concreto	M2	750.00
02	352	Barandas de concreto	ML	435.72
03	101	Losa de concreto armado (refuerzo longitudinal)	M3	3570.00
04	301	Revestimiento de asfalto	M2	1950.00
05	328	Apoyos de concreto	UND	13.00
06	406	Obras de protección: protección contra socavación (enrocado)	M2	430.00
07	344	Juntas de dilatación tipo compresible expandible solido	ML	110.50
08	241	Elevación de pilares de concreto armado	M3	174.02
09	216	Zapata de concreto armado	M3	841.50
10	202	Elevación de estribos de concreto armado	M3	232.66

*FUENTE: Elaboracion Propia*

- En la condición del elemento evaluada en campo, se expresa, según se ilustra en la siguiente tabla, Como porcentajes para cada nivel de condición, desde 0 (muy Bueno), hasta 5 (Pésimo). Así, el elemento 311, tiene el 45% en calidad regular, el 55% Como Bueno.

**CUADRO N° 31: Condición Estadística del Elemento**

<b>ELEMENTOS EVALUADOS</b>								
ITEM	CODIGO	FALLADO	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXELENTE	PORCENTAJE TOTAL %
		5	4	3	2	1	0	
01	311	0	0	0	45	55	0	100
02	352	0	0	0	43	57	0	100
03	101	0	0	0	40	60	0	100
04	301	0	0	0	0	17	83	100
05	328	0	0	0	44	56	0	100
06	406	0	0	0	0	21	79	100
07	344	0	0	0	0	22	78	100
08	241	0	0	0	42	58	0	100
09	216	0	0	0	41	59	0	100
10	202	0	0	0	0	10	90	100

**FUENTE: Elaboracion Propia**

- Para adquirir el nivel de condición del Puente evaluamos cada una de las muestra encontradas y se realiza el procedimiento de 04 pasos adoptados por el SCAP en el análisis de su condición , tal así obtendremos su condición actual de su estructura total, como esta se describe a continuación:

**Primer Paso:** Corresponde a ajustar la distribución de porcentajes, a condiciones umbral.

El proceso de ajuste corresponde a dividir el porcentaje de distribución de campo por aquel del umbral, y multiplicar el resultado por 100. Se adopta un umbral del 3% para el nivel de condición 5, y 25% para los otros estados, tal como se indica en la siguiente tabla N°: 00

La fórmula para realizar el ajuste según porcentaje de umbral es (%campo X100 / %umbral).

*CUADRO N° 32: primer paso de distribución de porcentajes.*

ELEMENTOS EVALUADOS							
ITEM	CODIGO	FALLADO	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXELENTE
		5	4	3	2	1	0
01	311	0	0	0	180	220	0
02	352	0	0	0	172	228	0
03	101	0	0	0	160	240	0
04	301	0	0	0	0	68	332
05	328	0	0	0	176	224	0
06	406	0	0	0	0	84	316
07	344	0	0	0	0	88	312
08	241	0	0	0	168	232	0
09	216	0	0	0	164	236	0
10	202	0	0	0	0	40	360

*FUENTE: Elaboracion Propia*

**Segundo Paso:** Se acumulan los porcentajes ajustados, desde la condición más pobre a aquella muy Buena. La suma se detiene al sobrepasar 100%.

Es de suma importancia que el proceso se efectuó desde la condición más desfavorable, es decir desde la 5 a la 0. Se suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100% de cada muestra tomada.

**CUADRO N° 33: segundo paso de porcentajes ajustados.**

<b>ELEMENTOS EVALUADOS</b>							
ITEM	CODIGO	FALLADO	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXELENTE
		5	4	3	2	1	0
01	311	0	0	0	180	400	0
02	352	0	0	0	172	400	0
03	101	0	0	0	160	400	0
04	301	0	0	0	0	68	400
05	328	0	0	0	176	400	0
06	406	0	0	0	0	84	400
07	344	0	0	0	0	88	400
08	241	0	0	0	168	400	0
09	216	0	0	0	164	400	0
10	202	0	0	0	0	40	400

**FUENTE: Elaboracion Propia**

**Tercer Paso:** los porcentajes nuevamente se reajustan Tal que la suma sea igual a 100 en cada muestra, esta corresponde al total del elemento que se a evaluado. logrando obtener así la condición de umbral.

**CUADRO N° 34: tercer paso porcentajes reajustados nuevamente**

ELEMENTOS EVALUADOS								
ITEM	CODIGO	FALLADO	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXELENTE	PORCENTAJE TOTAL %
		5	4	3	2	1	0	
01	311	0	0	0	100	0	0	100
02	352	0	0	0	100	0	0	100
03	101	0	0	0	100	0	0	100
04	301	0	0	0	0	68	32	100
05	328	0	0	0	100	0	0	100
06	406	0	0	0	0	84	16	100
07	344	0	0	0	0	88	12	100
08	241	0	0	0	100	0	0	100
09	216	0	0	0	100	0	0	100
10	202	0	0	0	0	40	60	100

**FUENTE: Elaboracion Propia.**

**Cuarto Paso:** En el Paso final realizamos lo siguiente, reducimos esta condición de umbral a un solo número que constituirá precisamente la condición estadística del elemento. Se adopta un criterio para la obtención de un promedio pesado por elemento. A fin de darle mayor participación o peso a los valores más desfavorables, se está usando el denominado quinto momento en estadística. Se obtiene de la siguiente manera:

- ✓ Los productos del nivel de condición de umbral (elevado a la quinta) por el porcentaje ajustado (entre 100).
- ✓ La suma de estos productos.
- ✓ La raíz quinta de esta suma.

*CUADRO N° 35: cuarto paso se elabora el denominado quinto elemento.*

ELEMENTOS EVALUADOS								
ITEM	CODIGO	FALLADO	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	EXELENTA	CONDICION ESTADISTICA
		5	4	3	2	1	0	
01	311	0	0	0	32	0	0	2.00
02	352	0	0	0	32	0	0	2.00
03	101	0	0	0	32	0	0	2.00
04	301	0	0	0	0	0.68	0	0.93
05	328	0	0	0	32	0	0	2.00
06	406	0	0	0	0	0.84	0	0.96
07	344	0	0	0	0	0.88	0	0.97
08	241	0	0	0	32	0	0	2.00
09	216	0	0	0	32	0	0	2.00
10	202	0	0	0	0	0.40	0	0.83

**FUENTE:** *Elaboracion Propia.*

➤ **Condición estadística del puente:**

- A partir del cálculo de la condición estadística de los elementos, será posible calcular la condición estadística para el puente. El método que se está utilizando es el siguiente:
  - Se determina el número de elementos del puente (N)
  - Se determina el factor de importancia que el elemento tiene en relación con el Puente.
  - Se multiplica la condición estadística de cada elemento, por su correspondiente Factor de importancia. Este producto es denominado contribución del elemento al puente.
  - Se identifica el mayor valor entre la contribución de los elementos. Se tiene la mayor contribución.
  - La contribución remanente se obtiene como la suma de la contribución de los otros elementos.
  - La fracción de la contribución remanente, se obtiene como la contribución remanente, dividida entre el producto de la mayor contribución por el número de elementos menos 1.
  - La condición estadística del puente, se obtiene como la suma de la mayor contribución y la fracción de la contribución remanente.

*CUADRO N° 36: nivel y condición estadística total de la estructura del puente*

ELEMENTOS EVALUADOS					
ITEM	CODIGO DE ELEMENTO	CONDICION ESTADISTICA DEL ELEMENTO	FACTOR DE IMPORTANCIA DEL ELEMENTO	CONTRIBUCION DEL ELEMENTO DEL PUENTE	CONDICION ESTADISTICA DEL PUENTE
01	311	2.00	0.20	0.40	<b>2.48</b>
02	352	2.00	0.40	0.80	
03	101	2.00	1.00	2.00	
04	301	0.93	0.40	0.37	
05	328	2.00	0.60	1.20	
06	406	0.96	0.60	0.58	
07	344	0.97	0.40	0.38	
08	241	2.00	1.00	2.00	
09	216	2.00	1.00	2.00	
10	202	0.83	1.00	0.83	

*FUENTE: Elaboracion Propia.*

<b>A</b>	CANTIDAD MAYOR	2.00
<b>B</b>	SUMATORIA	10.56
<b>C</b>	SUMA MAYOR	8.56
<b>N</b>	NUMERO DE ELEMENTOS	10.00

RANGO DE CALIFICACION SCAP	
RANGO	CALIFICACION
EXCELENTE	0.00-0.99
BUENO	1.00-1.99
REGULAR	2.00-2.99
MALO	3.00-3.99
MUY MALO	4.00-4.99
FALLADO	5.00-5.99

**C= B-A**

**Fórmula = {A+C/[(N-1)\*A]}**

RANGO DE CALIFICACION DEL SCAP	
RANGO	CALIFICACION
REGULAR	2.00-2.99

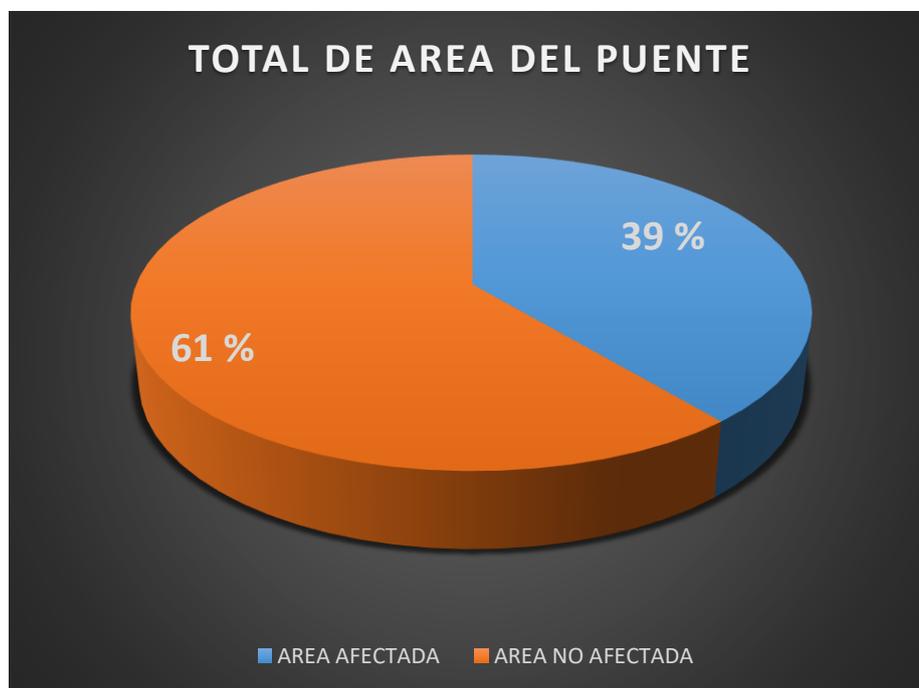
- **Interpretación total de la estructura del puente evaluada:**

- Se procesa todo el análisis de resultados obtenidos en la evaluación realizada al puente y deducimos la condición estadística de la estructura obteniendo 2.48 de su nivel de severidad de la misma.
- En el análisis total evaluado y de obtener la condición estadística se deduce que el puente se ubica en un rango **Regular**, condición que prueba el uso moderado del puente.

## 5.2.-ANALISIS DE RESULTADOS:

- ❖ De la obtención de resultados de las deferentes unidades de muestra se tiene los siguientes análisis de resultados porcentuales de las secciones: en la UM-01 **veredas de concreto** 45% afectada y 55% no afectada, UM-02 **barandas de concreto** 43% afectada y 57% no afectada, UM-03 **losa de C° A°** 40% afectada y 60% no afectada, UM-04 **revestimiento de asfalto** 17% afectada y 83% no afectada, UM-05 **apoyos de concreto** 44% afectada y 56% no afectada, UM-06 **enrocado** 21 % afectada y 79 % no afectada, UM-07 **juntas de dilatación** 22 % afectada y 78 % no afectada, UM-08 **elevación de pilares C° A°** 42% afectada y 58% no afectada, en laUM-09 **zapata C° A°** 41% afectada y 59% no afectada, UM-10 **elevación de estribos C° A°** 10% afectada y 90% no afectada, se realizó la evaluación de 10 muestras localizadas en el puente.
- El total de todas las secciones evaluadas se encontró como resultados que el mayor daño estructural que más ha afectado es en la losa de concreto, las patologías presentes en esta sección son desprendimientos, grietas, fisuras, corrosión, eflorescencia, deterioro de juntas y manchas el cual se ha hecho presente en el estudio total del puente, el total de las muestras es de 40.43 % que corresponde al daño en la estructura y el grado de severidad es **regular** en esta sección evaluada.

- El porcentaje del daño ocasionado y más predominantes por su alto índice de severidad son: fisuras 7.13 % y manchas 6.70 %, siendo las patologías con mayor presencia en la estructura causantes en su mayoría del daño al puente.
- El área total del puente es de 7061.95 M<sup>2</sup>, en su evaluación el área afectada es de 2769.70 M<sup>2</sup> y su área no afectada 4292.25 M<sup>2</sup> de los resultados obtenidos.
- El porcentaje estadístico del grado de afectación del total de la estructura del puente es de 39% de área afectada y con 61 % área no afectada, siendo esta el resultado total del área evaluada del puente.
- Se procesa el total de los resultados obtenidos en la evaluación realizada al puente y deducimos la condición estadística de la estructura obteniendo 2.48 de su nivel de severidad de la misma.



- En el análisis total evaluado y de obtener la condición estadística se deduce que el puente se ubica en un rango **Regular**, condición que prueba el uso moderado del puente.

## VI.-CONCLUSIONES:

- De la investigación realizada sujeta a estudio, se obtuvo los resultados necesarios en lo que respecta al estado y condición actual del puente, los tipos de patologías que se logró obtener fueron esencial para el desarrollo del proyecto de las cuales se concluye lo siguiente:
1. Después de la evaluación realizada en campo se concluye que los resultados de las patologías existentes obtenidos en el área afectada fueron los siguientes: descascaramiento 3.84 %, grietas 2.64%, fisuras 7.13%, impactos 1.55%, eflorescencia 4.03%, corrosión 2.99%, deterioro de juntas 0.64%, manchas 6.70%, pulvimientos 3.39%, oxidación 0.23%, fracturas 0.11%, socavación 2.37%, humedad 0.62%, erosión por cavitación 1.87%, asentamientos 0.41%, desprendimientos 0.49%, siendo los niveles de porcentajes obtenidos de las diferentes patologías encontradas de la evaluación general de la estructura del puente.
  2. En el análisis total de la estructura se deduce que las patologías más predominantes por su alto índice de severidad son: fisuras 7.13 % y manchas 6.70 %, siendo las patologías con mayor presencia en la estructura causantes en su mayoría del daño al puente, la unidad de muestra con mayor índice de daño patológico es (UM-03) **losa de C° A° con un 40% área afectada y 60% área no afectada en la losa total del puente evaluado.**
  3. En conclusión los resultados obtenidos en la evaluación realizada al puente, se deduce la condición estadística de la estructura adquiriendo 2.48 de su nivel de severidad del análisis total evaluado logrando un nivel de rango **Regular**, condición que prueba el uso moderado del puente debido a su estado actual.

➤ **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS:**

- De la evaluación realizada se presenta algunas recomendaciones respecto al tratamiento de las patologías halladas en la estructura del Puente:
  1. Se recomienda que las autoridades tomen medidas de mantenimiento para estas zonas afectadas de patologías el cual debe estar dirigido por profesionales especializados considerando un proceso técnico adecuado.
  2. Se recomienda en el enrocado de protección deslizado de los pilares centrales, que se debe restablecer una mayor protección en esta sección de la estructura vulnerable.
  3. En la parte superior de la estructura se recomienda aplicar un aditivo multifuncional, siendo un plastificante resistente para el concreto, evitando la permeabilización del agua hacia la estructura. En lo que respecta a las juntas de dilatación se debe tratar con (junta flexible epoxica) siendo resistentes a los cambios de temperaturas, agentes químicos y atmosféricos que esta expuesta la estructura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- (1). Aquino. A y Rhina H. Manual de construcción de puentes de concreto. San Salvador Universidad de El Salvador, Javier, año 2006 (citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

[http://www.esi2.us.es/~aracil/Libro\\_Ingenieria.pdf](http://www.esi2.us.es/~aracil/Libro_Ingenieria.pdf). (Consulta el 01/07/2014). Casas Ruis, Juan Ramón. 1991. Aspectos tecnológicos de los nuevos materiales en los puentes.

- (2). Javier a; Miguel Á. Ginés, Análisis y sugerencias sobre diferentes tipos de puentes 4ta ed. Manterola, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Año 2005 (Citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

<http://www.scribd.com/doc/104793570/>.(Consulta 15 de junio del 2014).

- (3). GEORGE Y ARTHUR H. NILSON, MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE CONCRETO. PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN. MADRID ESPAÑA AÑO 2000 (citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

[books.google.com.pe/books?isbn=8429120769](https://books.google.com.pe/books?isbn=8429120769). (Consulta 15/06/2014)

- (4). Caballero Antony Fabián, Los Puentes: Apurímac, Perú. Año 2012 (citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

[https://sites.google.com/.../monografiadepuentes/trabajo\\_monografico-de](https://sites.google.com/.../monografiadepuentes/trabajo_monografico-de).(Consulta 15 de junio del 2014).

- (5). Panozo M, Patología de las Estructuras, Slideshare [seriada en línea] año 2007 [citada 2016 Mayo18]

DISPONIBLE EN:

<http://es.slideshare.net/angelcaido666x/patologia-de-las-estructuras>.

- (6). Aranís C, Análisis y Diseño de Puente de Concreto Armado, Método AASHTO. Lima, Perú: A.C.I- U.N.I; 2006. Repositorio [seriada en línea] año 2012 [citado 2016 Junio 06].

DISPONIBLE EN:

<http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%207-%20PUENTES.pdf>.

- (7). Serpa M, Samper L. Evaluación, Diagnostico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente sobre el Caño el Zapatero a la Entrada de la escuela Naval Almirante Padilla. Repositorio [seriada en línea] año 2014 [citado 2017 abril 14].

DISPONIBLE EN:

<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/trabajo%20de%20Graduacion%20Lina%20Samper%20-%20Mafe%20Serpa.pdf>

- (8). M.T.C. Guía para la Inspección de Puentes, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles [seriada en línea] año 2006 [citado 2017 abril 11].

DISPONIBLE EN:

[https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/doc-tos/otras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/doc-tos/otras/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf)

- (9). Sánchez de Guzmán, D. Durabilidad y patología del concreto. Bogotá, Colombia: Asocreto. Ortega Y, Quintero K, Durabilidad del concreto. Prezi [seriada en línea] año 2015 [citado 2016 Mayo 20].

DISPONIBLE EN:

<https://prezi.com/bjull8el3f/durabilidad-del-concreto/>

- (10). Seminario M. Guía para el Diseño de Puentes con Vigas y Losas. [tesis para Optar título]. Piura-Perú, Universidad de Piura; febrero 2004 (Citado 2018 diciembre 05).

- (11). Treviño E, Patología de las Estructuras de Concreto Reforzado. Repositorio [se riada en línea] 1998 [citado 2017 abril 10].

DISPONIBLE EN:

<http://eprints.uanl.mx/6017/1/1080087103.PDF>

- (12). M.T.C, Manual de Diseño de Puente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones/Perú, año 2016. (Citado 2018 diciembre 05).

- (13). INDECI. Manual Básico para la Estimación del Riesgo y Análisis de Vulnerabilidad/ Perú. Instituto nacional de defensa civil. Lima, año 2006 (Citado 2018 diciembre 05).

- (14). Santiago G. Análisis y Diseño de la Superestructura de un Puente Viga-Losa de Concreto Armado de 20 metros de Longitud Según las Normas de AASHTO-LRFD, Mediante la Aplicación del Software Csi Bridge, Guatemala ,año 2015 (Citado 2018 diciembre 05).

- (15). Rivva E, Durabilidad y Patología del Concreto. Slideshare [seriada en línea] 2006 [citado 2017 abril 12],

DISPONIBLE EN:

[http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-ypatologiadelconcretoenrique\\_rival](http://es.slideshare.net/mariobariffo/durabilidad-ypatologiadelconcretoenrique_rival)

- (16). Mc Ing. Arturo Rodríguez Cerquen. Puentes con las AASHTO- LRFD 2014/Perú. año 2016 (Citado 2018 diciembre 05).
- (17). BROTO I COMERMA c, Enciclopedia Broto de patologías de la construcción Stylish ideas. Año 2006 (Citado 2018 diciembre 05).
- (18). Andía R. Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Chancara de Tipo Viga-Losa, en el Rio Pongora, Distrito de Pacaycasa, Provincia de Huamanga, Región Aya cucho, Marzo-2016 (Citado 2018 diciembre 05).
- (19). Villacorta A. Evaluación y Determinación de las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares: Puente Simón Bolívar y Puente Confraternidad Internacional Este [tesis para optar título]. Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; año 2014 (Citado 2018 diciembre 05).
- (20). Panozo M, Patología de las Estructuras, Slideshare [seriada en línea] 2007 [citada 2016 Mayo18],

DISPONIBLE EN:

<http://es.slideshare.net/angelcaido666x/patologia-de-las-estructuras>.

- (21). Aranís C, Análisis y Diseño de Puente de Concreto Armado, Método AASHTO – LRFD. Primera Edición. Lima, Perú: A.C.I- U.N.I; año 2006 (Citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

[http://1.bp.blogspot.com/\\_nAyA39Nmb44/SZ9g9EBn0WI/AAAAAAAAAEI/KLe7vzvzwtY/s400/3.png](http://1.bp.blogspot.com/_nAyA39Nmb44/SZ9g9EBn0WI/AAAAAAAAAEI/KLe7vzvzwtY/s400/3.png)>.

- (22). CANO JIMÉNEZ e INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO (IDU), Contrato IDUBM-115 de 2009: inventario geométrico y de diagnóstico de los puentes de Bogotá D.C. Bogotá, año 20152006 (Citado 2018 diciembre 05).

- (23). FLORENTÍN SALDAÑA, María Mercedes y GRANADA ROJAS, Rubén Darío. Patologías constructivas en los edificios: prevenciones y soluciones, Asunción: Universidad Nacional de Asunción. [Citado 2015 septiembre 15].

DISPONIBLE EN:

<http://www.cevuna.una.py/innovacion/articulos/05.pdf>>.

- (24). SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Durabilidad y patología del concreto. 2 ed. Bogotá: ASOCRETO. Colección del concreto, año 2013 [Citado: 5 oct., 2015].

DISPONIBLE EN:

<http://www.imcyc.com/ct2007/dic07/ingenieria.htm>>.

- (25). Galindo Díaz , J., & Paredes López, J. A, Daños en puentes históricos de arco de ladrillo en el Alto Cauca (Colombia) año febrero 2014 (Citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

<http://ezproxy.unicartagena.edu.co:2146/servlet/articulo?codigo=3825285>

- (26). Muñoz, E., Hernández, R. Rehabilitación de los puentes de la Red de EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE ROMERO AGUIRRE 90 carreteras de Colombia año enero 2005 (citado 2014 febrero 10).

DISPONIBLE EN:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cche:JJqFlcgV9V8J:www.ricuc.cl/index.php/ric/article/download/124/pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

- (27). El Universal, No hay puente vehicular que no esté roto en Cartagena: año junio 2013 (citado 2014 febrero 16)

DISPONIBLE EN:

<http://www.eluniversal.com.co/cartagena/local/no-hay-puente-vehicular-que-no-este-roto-en-cartagena-124544>.

- (28). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. de Manual de Diseño de Puentes: año agosto 2003 (citado 2014 febrero 10)

DISPONIBLE EN:

[http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/puentes\\_hormigon/12- Manual\\_Disenio\\_Puentes2003.pdf](http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/puentes_hormigon/12- Manual_Disenio_Puentes2003.pdf)

- (29). PERSONERÍA DE BOGOTÁ. Puentes peatonales sin mantenimiento preventivo [seriada en línea]. Bogotá: La Personería [citado 14 noviembre, 2017].

DISPONIBLE EN:

<http://www.personeriabogota.gov.co/archivo-2013/item/274-puentes-peatonales-sin-mantenimiento-preventivo>

- (30). Mosqueira R, H. R., y Mosqueira R, J. E, Informe de la evaluación de puentes de la red vial Cajamarca- Jaén, Cajamarca, Perú. Año 2007 (Citado 2018 diciembre 05).

- (31). Seaurz A, Dimensionamiento hidráulico optimizado de puentes con terraplenes, Piura, Perú, (seriado en línea) , año 2003 (Citado 2018 diciembre 05).

DISPONIBLE EN:

[WWW.MTC.GOB.PE/PORTAL/TRAILSPORTES/CAMINOS\\_FERRO/MANUAL/PUENTES2003](http://WWW.MTC.GOB.PE/PORTAL/TRAILSPORTES/CAMINOS_FERRO/MANUAL/PUENTES2003)

ANEXOS:

**EVIDENCIA**

**PATOLOGIAS EN EL PUENTE MIGUEL GRAU-LA LEGUA**



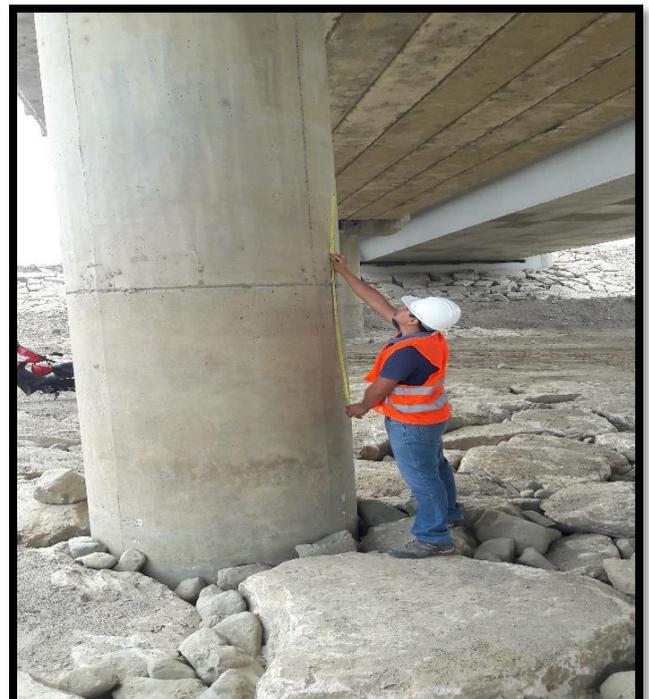
**Decascaramiento en la vereda**



**Grietas en juntas de dilatación**



**Eflorescencia en el pilar**



**Socavación en el pilar**

**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

**EVIDENCIA**

**PATOLOGIAS EN EL PUENTE MIGUEL GRAU-LA LEGUA**



*Manchas en la losa*



*Corrosión en apoyos de C•A•*



*Desplazamiento de las barandas de concreto*



*Socavación de zapata*

**FUENTE: ELABORACION PROPIA.**

# PLANOS



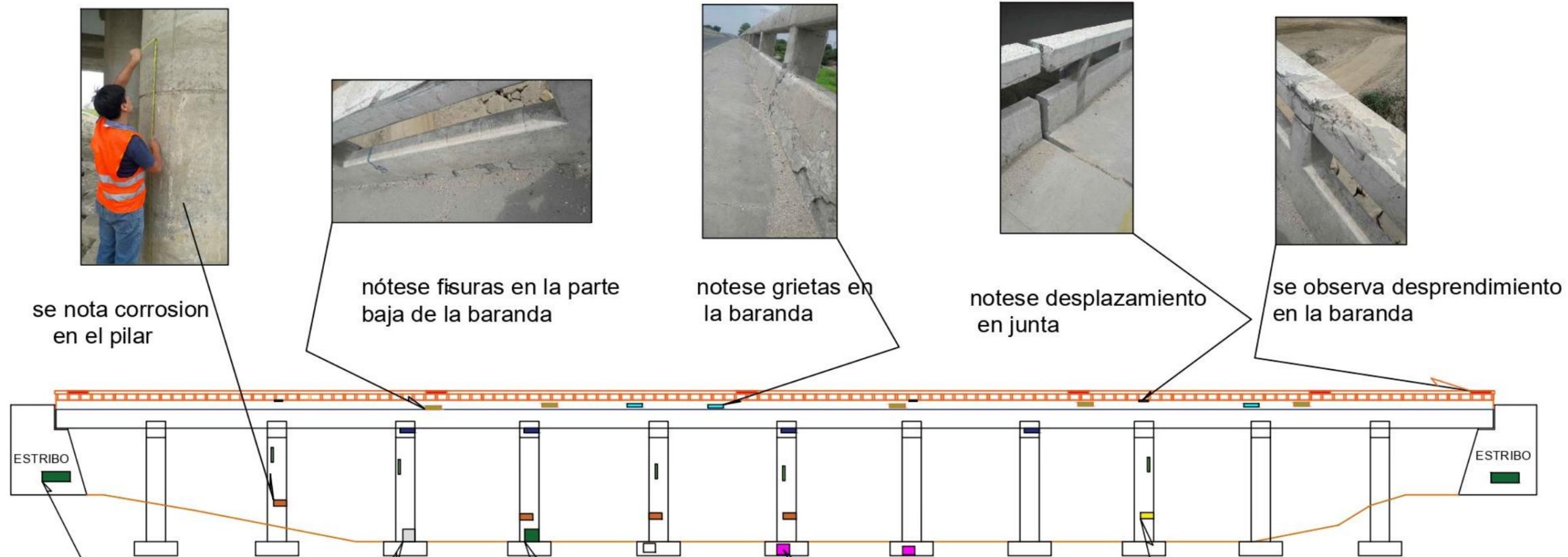
# UBICACION

ESCALA : S/ESCALA



LEYENDA	
CARRETERA ASFALTADA	
TROCHAS CORROZABLES	
RIOS	
LIMITE DEPARTAMENTAL	
LIMITE PROVINCIAL	
LIMITE DISTRICTAL	
	CAPITAL DE DPTO.
	CAPITAL DE PROV.
	PUEBLO

	<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>		
	Tesis : DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE MIGUEL GRAU LA LEGUA-PIURA 2018		
	Plano: <b>UBICACION Y LOCALIZACION DEL PROYECTO</b>		
	Especialidad: <b>INGENIERIA CIVIL</b>		
Elaborado por: <b>BACH. BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO</b>			
Localidad: LA LEGUA	Districto: CATACAOS	LAMINA:	<b>U-01</b>
Provincia: PIURA	Region: PIURA		
FECHA: OCTUBRE 2018	ESCALA: S/ESCALA	CAD: 01	



se nota corrosion en el pilar

nótese fisuras en la parte baja de la baranda

notese grietas en la baranda

notese desplazamiento en junta

se observa desprendimiento en la baranda

ESTRIBO

ESTRIBO



estribos proteccion enrocado



nótese manchas de pilar



nótese socavación en el pilar



notese eflorescencia en la zapata del pilar

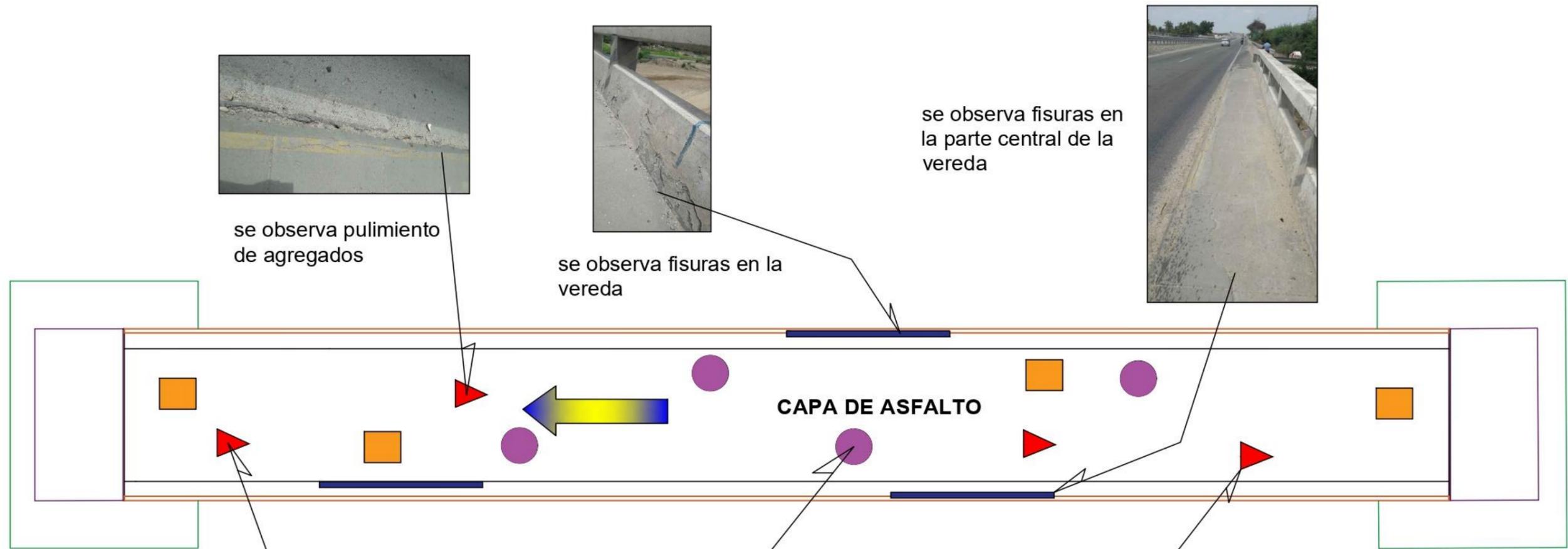


se observa presencia de decoloracion

LEYENDA	
	desprendimiento
	decoloracion
	eflorescencia
	socavacion
	corrosion
	imtemperismo
	grietas
	manchas
	fisuras

**PLANO DE PATOLOGÍAS PROTECCIÓN ENROCADO ,BARANDAS DE C° A° ,ELEVACION PILARES,ZAPATAS ESTRIBOS C° A°**

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>			
Tesis : DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE MIGUEL GRAU LA LEGUA-PIURA 2018			
Plano : <b>PATOLOGIAS</b>			
Especialidad : <b>INGENIERIA CIVIL</b>			
Elaborado por : <b>BACH. BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO</b>			
Localidad : <b>LA LEGUA</b>	Distrito : <b>CATACAOS</b>	LÁMINA: <b>P-01</b>	
Provincia : <b>PIURA</b>	Región : <b>PIURA</b>		
Fecha : <b>OCTUBRE-2018</b>	Escala : <b>S/ESCALA</b>	CARTOP : <b>UM-02 UM-06 UM-08 UM-09 UM10</b>	



se observa pulimiento de agregados



se observa fisuras en la vereda



se observa fisuras en la parte central de la vereda



se observa pulimento en el pavimento



notese grieta considerable en la capa asfaltica



se observa pulimento en el lado extremo del puente

LEYENDA	
	pulimiento
	grietas
	fisuras
	impactos

**PLANO DE PATOLOGÍAS EN CAPA DE ASFALTO Y VEREDAS DE C° A°**

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
Tesis : DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE MIGUEL GRAU LA LEGUA-PIURA 2018			
Plano :		PATOLOGIAS	
Especialidad :		INGENIERIA CIVIL	
Elaborado por :		BACH. BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO	
Localidad :	LA LEGUA	Distrito :	CATACAOS
Provincia :	PIURA	Region :	PIURA
FECHA :	OCTUBRE-2018	ESCALA :	S/ESCALA
		CARTOP :	UM-01 UM-04
			LAMINA: <b>P-02</b>

la vereda esta en deplorable estado debido al descascaramiento del concreto



se observa grieta



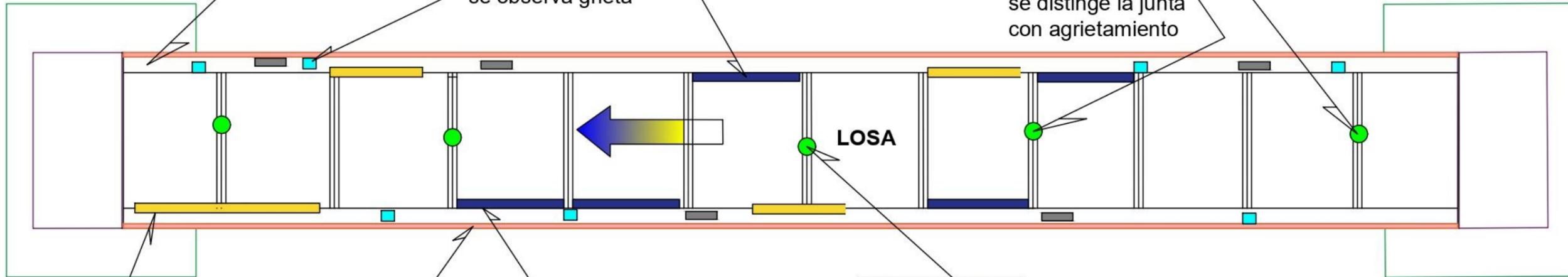
se observa grieta en la junta longitudinal (lado izquierdo)



se distingue la junta con agrietamiento



grietas en las juntas de dilatacion



descascaramiento en la vereda



se aprecia en el lateral de la losa eflorescencia



se observa grieta longitudinal (lado derecho)



se persive agrietamiento en la junta del lado central del puente

LEYENDA	
	grietas veredas
	eflorescencia
	grietas veredas
	grieta longitudinal
	descascaramiento
	impactos

**PLANO DE PATOLOGÍAS EN LOSA C° A° Y JUNTAS DE DILATAACION**

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>			
Tesis : DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE MIGUEL GRAU LA LEGUA-PIURA 2018			
Titulo :		<b>PATOLOGIAS</b>	
Especialidad :		INGENIERIA CIVIL	
Elaborado por : BACH. BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO			
Localidad :	LA LEGUA	Distrito :	CATACAOS
Provincia :	PIURA	Región :	PIURA
FECHA :	OCTUBRE-2018	ESCALA :	S/ESCALA
		CADTOP :	UM-03 UM-07
			<b>P-03</b>



se distingue suciedad en la losa longitudinal cerca al estribo



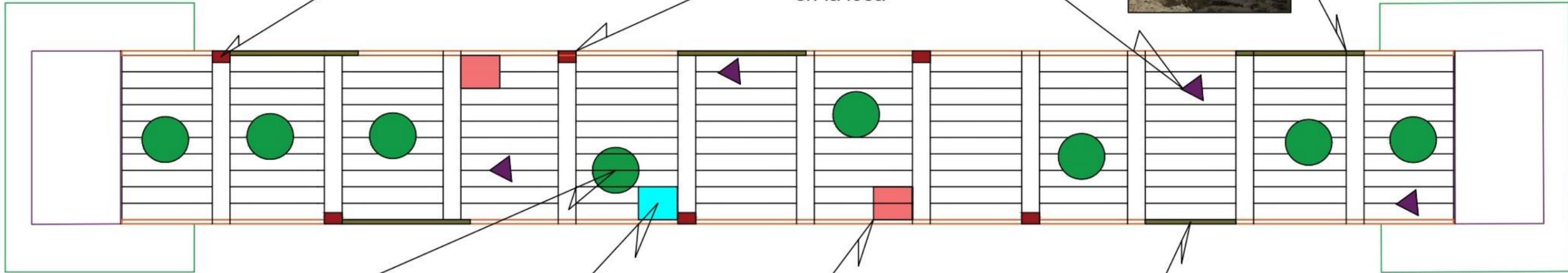
se distingue la junta con manchas



presencia oxidacion en la losa



se distingue presencia de agentes corrosivos en el apoyo de C° A°



se presencia eflorescencia en la mayoría de la estructura



se distingue descascaramiento en la parte central de la losa



se observa corrosion en su estructura



desprendimientos en la parte lateral de la viga del puente

LEYENDA	
	oxidacion
	eflorescencia
	corrosion
	desprendimientos
	manchas
	descascaramiento

**PLANO DE PATOLOGÍAS EN A POYOS DE CONCRETO**

<b>UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE</b>			
Tesis : DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE MIGUEL GRAU LA LEGUA-PIURA 2018			
Plano :		<b>PATOLOGIAS</b>	
Especialidad :		INGENIERIA CIVIL	
Elaborado por : BACH. BERNAL SIGÜENZA JORDY WILFREDO			
Localidad :	LA LEGUA	Distrito :	CATACAOS
Provincia :	PIURA	Región :	PIURA
FECHA :	OCTUBRE-2018	ESCALA :	S/ESCALA
		CADOTOP :	UM-05
			<b>LAMINA: P-04</b>