



**DESARROLLO DE UN PROTOCOLO DE
INSPECCIÓN GENERAL Y RUTINARIA
DE PUENTES VEHICULARES
EN VENEZUELA Y SU APLICACIÓN
EN EL PUENTE LAS JOSEFINAS
UBICADO EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO
DEL ESTADO CARABOBO.**

Autor:
Jorge A. Larrazabal D.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**DESARROLLO DE UN PROTOCOLO DE INSPECCIÓN
GENERAL Y RUTINARIA DE PUENTES VEHICULARES EN
VENEZUELA Y SU APLICACIÓN EN EL PUENTE LAS
JOSEFINAS UBICADO EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL
ESTADO CARABOBO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autor: Jorge Larrazabal
C.I.: 20.757.856
Tutor: Ing. Gabriela Guzmán

San Diego, junio de 2017



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-TG-2017-1CR-046

Valencia, 13 de Enero de 2017.

Ciudadano:
Larrazabal Jorge
C.I. 20.757.856
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2017 de fecha 13/01/2017 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO DE INSPECCIÓN GENERAL Y RUTINARIA DE PUENTES VEHICULARES EN VENEZUELA Y SU APLICACIÓN EN EL PUENTE LAS JOSEFINAS UBICADO EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO."** Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. Gabriela Guzmán, C.I. 17.807.899 y la Ing. Alicia Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutotes Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,


Prof. Marlene Zambrano
Decana (Encargada) de la Facultad de Ingeniería
(CV 502 de fecha 11/10/2016)



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (2).
Archivo.

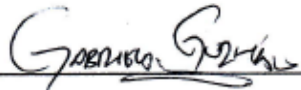


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Gabriela Guzmán portador de la cédula de identidad N° 17.807.899, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Jorge Larrazabal, portador de la cédula de identidad N° 20.757.856, titulado **DESARROLLO DE UN PROTOCOLO DE INSPECCIÓN GENERAL Y RUTINARIA DE PUENTES VEHICULARES EN VENEZUELA Y SU APLICACIÓN EN EL PUENTE LAS JOSEFINAS UBICADO EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 9 días del mes de junio del año 2017.


Ing. Gabriela Guzmán.
C.I.: 17.807.899

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.	3
1.2 Formulación del problema.....	5
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general.	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación de la investigación.....	6
1.5 Alcance y delimitaciones de la investigación.....	7

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Historia de los puentes.....	10
2.2.2 Puentes en Venezuela	12
2.2.3 Tipos de Puentes.....	19
2.2.3.1 Puentes según su estructura longitudinal:.....	20
2.2.3.2 Puentes según su estructura Transversal:	20
2.2.4 Consideraciones Generales de un Puente	22
2.2.4.1 Elementos de la superestructura	23
2.2.4.2 Elementos de la infraestructura	27
2.2.5 Condiciones óptimas de los puentes en estado de servicio.....	28
2.2.5.1 Estructuras de concreto:.....	28
2.2.5.2 Fisuras por Contracción Hidráulica antes del Fraguado.....	30

2.2.5.3 Estructuras de acero.....	33
2.2.5.4 Estructuras madera	34
2.2.6 Inspección.....	35
2.3 Definición de términos básicos.....	41
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de investigación.....	42
3.2 Diseño de la investigación.....	43
3.3 Nivel de la Investigación	43
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.5 Fases metodológicas	44
IV RESULTADOS	
4.1 Describir los distintos tipos de Puentes.	47
4.1.1 Tipos de puentes:	47
4.1.1.1 Estructura longitudinal:	48
4.1.1.2 Estructura transversal:	49
4.1.2 Condiciones óptimas y formas de deterioro.	52
4.1.2.1 Aspectos Asociados a la Tipología Estructural.	53
4.1.2.2 Formas de deterioro.	54
4.1.2.3 Condiciones óptimas.....	62
4.2 Identificar los equipos necesarios para la inspección.....	63
4.2.1 Equipo Humano.....	63
4.2.2 Equipo Materiales.....	63
4.3 Elaborar una planilla de inspección visual	65
4.3.1 Elaboración de la planilla	65
4.3.1.1 Proceso de elaboración.	66
4.3.1.2 La Planilla.....	69
4.4 Generar una metodología para el llenando de la planilla	74

4.4.1	Área de identificación de la inspección.....	74
4.4.2	Área de Ubicación geográfica del puente en estudio.	75
4.4.3	Área referente a Datos Generales del Puente en estudio.	77
4.4.4	Área referente a la inspección de la superestructura.	79
4.4.4.1	Ítem nº 1: La calzada elemento 1.1 tablero.....	80
4.4.4.2	Ítem 1.2 inspección de la Carpeta de rodamiento.....	82
4.4.4.3	Ítem 1.3 inspección del Rallado de seguridad.	83
4.4.4.4	Ítem 1.4 inspección de Barreras o Barandas.....	84
4.4.4.5	Ítem 1.5 inspección de Juntas.	85
4.4.4.6	Ítem 1.6 inspección de Guarda Rueda.	86
4.4.4.7	Ítem 1.7 inspección del Hombrillo.	87
4.4.4.8	Ítem 1.8 inspección de Desagüe	88
4.4.4.9	Ítem 2 Vigas Inspección Longitudinales.	89
4.4.4.10	Ítem 2 Vigas Inspección transversales.....	90
4.4.4.11	Ítem 3 Apoyos Inspección a la superestructura.	91
4.4.4.12	observaciones e Ítems.....	91
4.4.5	Área de Inspección a la Infraestructura	92
4.4.5.1	Ítem 4.1 Estribos, Inspección a la Infraestructura.	93
4.4.5.2	Ítem 4.2 Pilares o Pilas, Inspección a la Infraestructura.....	93
4.4.5.3	Ítem 4.3 Muros de Vuelta Inspección a la Infraestructura...	94
4.4.5.4	Ítem 4.4 Protección en taludes, Infraestructura.	95
4.4.5.5	Ítem 4.5 Losas de acceso, Inspección a la Infraestructura...	96
4.4.5.6	Ítem 4.6 Fundaciones, Inspección a la Infraestructura	97
4.4.5.7	Preguntas anexadas en la planilla.	97
4.4.6	Área de Resultados.	99
4.4.6.1	Consulta de resultados.	99
4.4.6.2	Tareas o Acciones a aplicar.	100
4.4.6.3	Acciones de rehabilitación.....	100
4.4.6.4	Inspección Especializada.....	101
4.4.6.5	Reporte de Inspección.	101

4.4.6.6 Acotaciones extras y Responsabilidad.	102
4.4.6.7 Registro fotográfico de la inspección realizada.....	103
4.5 Proponer un protocolo de inspección general y rutinario.....	103
4.5.1 El protocolo.	104
4.5.2 Aplicación de (PROINGER) al puente Las Josefinas	106
4.5.2.1 Seleccionar el Puente a Analizar	106
4.5.2.2 cerciorar que la estructura es la propuesta.....	106
4.5.2.3 Realizar consulta en alcaldía	106
4.5.2.4 Realizar una investigación de inspecciones.....	106
4.5.2.5 Recaudar o poseer la indumentaria.....	106
4.5.2.6 Poseer la planilla de inspección a puentes.....	107
4.5.2.7 Iniciar inspección por medio de planilla propuesta.	107
4.5.2.8 Realizar el llenado del área de identificación.	107
4.5.2.9 Realizar el llenado del área de Ubicación geografica.....	107
4.5.2.10 Realizar el llenado del área referente a Datos Generales	108
4.5.2.11 Corroborar que todos los datos anteriores	108
4.5.2.12 Iniciar inspección a superestructura	108
4.5.2.13 Realizar croquis de ubicación.....	110
4.5.2.14 Indicar cualquier observación.....	111
4.5.2.15 Iniciar inspección a la Infraestructura.....	111
4.5.2.16 Cerciorarse que hayan sido inspeccionados	113
4.5.2.17 Indicar cualquier observación referente a la inspección...113	
4.5.2.18 Responder de forma correcta todo el cuestionario	113
4.5.2.19 Indicar dentro del recuadro de acciones inmediatas.....	113
4.5.2.20 Rellenar el área de Tareas o Acciones.....	114
4.5.2.21 Proponer acciones de Mantenimiento.....	114
4.5.2.22 Cerciorar que el reporte de inspección sea el correcto	115
4.5.2.23 Señalar en área dispuesta para acotaciones extras.....	116
4.5.2.24 Recapitular toda la inspección realizada	116
4.5.2.25 Plasmear el Nombre.	116

4.5.2.26 Registro fotográfico de la inspección.	116
4.5.2.27 Rrealizar un traspaso de datos a la planilla digital.	117
27-. Preservar ambas planillas tanto la física como la digital.....	117
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES.....	120
BIBLIOGRAFÍA.....	121
ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURA	Pp.
Figura 1. Los primeros puentes utilizados por el hombre.	10
Figura 2 KCRC West Rail Viaducts, Hong Kong.	11
Figura 3 Puente cercano a Refinería el Palito.....	17
Figura 4 Puente en Distribuidor el Trigal, Valencia, Edo. Carabobo.....	18
Figura 5 Puente Ubicado en la Zona de Palma Sola, Morón, Edo. Falcón. 18	
Figura 6 Puente Ubicado en la Zona de Palma Sola, Morón, Edo. Falcón . 19	
Figura 7 Puentes según estructura longitudinal.....	20
Figura 8 Losa Cajón y losa sin vigas.....	21
Figura 9 Losas prefabricadas.....	21
Figura 10 Plano General de un Puente visto de Planta.....	22
Figura 11 Plano General de un Puente visto en elevación.	23
Figura 12 Perfil General de un Puente sección transversal.	23
Figura 13 Puente Viga.....	24
Figura 14 Puente Losa.....	25
Figura 15 Junta, apoyo y losa de acceso.....	26
Figura 16 Fallas en estructura de concreto de puentes.	33
Figura 17 Puente tipo Losa.....	50
Figura 18 Puente Losa con Viga.....	50

Figura 19 Puente Losa con Viga pre ò Potenzada.....	51
Figura 20 Puente Tipo Pórtico.....	51
Figura 21 Vida útil de una estructura..	53
Figura 22 Estructura con Problemas de Gálibo.....	54
Figura 23 Socavación en Pilas.....	56
Figura 24 Causas de la socavación a largo plazo.	56
Figura 25 Efectos del descenso de estribo.....	57
Figura 26 Colapso muro de contención.....	57
Figura 27 Efectos del descenso de estribo.....	58
Figura 28 Asentamiento vertical en pilas	59
Figura 29 Giro transversal en pilas, puente isostático e hiperestático.....	59
Figura 30 Esquema de Figuración Típico en Pilas	60
Figura 31 Fisuras debido a un descalce en un apoyo.....	61
Figura 32 Rotura en el Aparato de apoyo.....	62
Figura 33 Metodología Parte 1.	75
Figura 34 Metodología Parte 2.	75
Figura 35 Metodología Parte 3.	77
Figura 36 Metodología inspección superestructura ítem (1.1) tablero.	80
Figura 37 Metodología categorías de Deterioro.....	80
Figura 38 Metodología inspección ítem (1.2) Carpeta de Rodamiento.....	82
Figura 39 Metodología inspección ítem (1.3) Rallado de Seguridad.	83
Figura 40 Metodología inspección ítem (1.4) Barreras o Barandas.	84
Figura 41 Metodología inspección superestructura ítem (1.5) Juntas.....	85
Figura 42 Metodología inspección ítem (1.6) Guarda Rueda.	86
Figura 43 Metodología inspección superestructura ítem (1.7) Hombrillo. .	87
Figura 44 Metodología inspección superestructura ítem (1.8) Desagüe.	88
Figura 45 Metodología inspección ítem (2.1) Vigas longitudinales.	89
Figura 46 Metodología inspección ítem (2.1) Vigas transversales.	90
Figura 47 Metodología inspección superestructura ítem (3) Apoyos.....	91
Figura 48 Metodología, Observaciones e Ítems.	91
Figura 49 Metodología, Croquis del Puente.....	92

Figura 50 Metodología, ítem 4.1, Estribos.	93
Figura 51 Metodología, ítem 4.2, Pilas. Inspección.	93
Figura 52 Metodología, ítem 4.3, Muros de Vuelta.. Inspección	94
Figura 53 Metodología, ítem 4.4, Protección de Taludes. Inspección	95
Figura 54 Metodología, ítem 4.5, Losas de Acceso. Inspección	96
Figura 55 Metodología, ítem 4.6 Fundaciones, inspección.	97
Figura 56 Metodología, Cuestionario.	98
Figura 57 Metodología, sección final, consulta de resultados.	99
Figura 58 Metodología, Tareas a ser aplicadas en el puente.	100
Figura 59 Metodología, Acciones de Rehabilitación.	101
Figura 60 Metodología, Inspección Especializada.	101
Figura 61 Metodología, Reporte de inspección según condición.	102
Figura 62 Metodología, Acotaciones Extras.	103
Figura 63 Protocolo de inspección, Identificación.	107
Figura 64 Protocolo de inspección, Ubicación.	108
Figura 65 Protocolo de inspección, Datos Generales.	108
Figura 66 Protocolo de inspección, inspección a la superestructura.	110
Figura 67 Protocolo de inspección, Croquis.	111
Figura 68 Protocolo de inspección, Inspección a la infraestructura.	112
Figura 69 Protocolo de inspección, observaciones de la infraestructura. ...	113
Figura 70 Protocolo de inspección, acciones inmediatas.	114
Figura 71 Protocolo de inspección, Tipo de tareas.	114
Figura 72 Protocolo de inspección, Acciones.	115
Figura 73 Protocolo de inspección, Reporte final.	115
Figura 74 Protocolo de inspección, Acotaciones extras.	116
Figura 75 Protocolo de inspección, Formalización de finalización.	116

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA	Pp.
Tabla 1: AFECTACIÓN DE PUENTES EN VENEZUELA.....	13
Tabla 2. Nivel de severidad en Grietas.....	29
Tabla 3 Escala de deterioros, Tipo semáforo.....	67
Tabla 4 Planilla de inspección pág. °1.....	69
Tabla 5 Planilla de inspección pág. °2.....	70
Tabla 6 Planilla de inspección pág. °3.....	71
Tabla 7 Planilla de inspección pág. °4.....	72
Tabla 8 Planilla de inspección pág. °5.....	73



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DESARROLLO DE UN PROTOCOLO DE INSPECCIÓN GENERAL
Y RUTINARIA DE PUENTES VEHICULARES EN VENEZUELA Y SU
APLICACIÓN EN EL PUENTE LAS JOSEFINAS UBICADO EN EL
MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.**

Autor: Jorge A. Larrazabal D.

Tutor: Ing. Gabriela Guzmán.

Fecha: Enero, 2017

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad el desarrollo de un protocolo de inspección a puentes que de forma detallada y didáctica pueda cubrir todos los puntos álgidos de una estructura tipo puente, consiguiendo categorizar y controlar dichas estructuras dentro de la red vial nacional. Se le aplicara el protocolo de inspección a un puente que pertenezca a la vialidad del estado Carabobo, el cual será analizado y ubicado en un mapa geográfico que permita el fácil acceso al estado, información e importancia del puente, generando esto una organización de los puentes para un buen plan de mantenimiento, reparación y control. Todos los lineamientos teóricos para la creación de dicho protocolo serán consignados en bibliografía como normas, lineamientos, especificaciones y demás que sean lo más acertada posible con el fin de abarcar todos los puntos principales a analizar en un puente que necesite una inspección rutinaria y preventiva siendo esto primordial para el buen funcionamiento de dicha estructura. Los datos que serán aportados se guiaran por el protocolo generado y aplicado a la estructura que será designada para su análisis. Dichas estructuras a analizar serán de cierta importancia para la vialidad del estado Carabobo, dando como resultado que la aplicación del protocolo dé una perspectiva real y general del estado de la estructura dentro de la red vial regional. También el presente trabajo tiene además como finalidad la búsqueda, expansión y consolidación del saber, y la aplicación de los conocimientos a ser adquiridos.

Descriptores: Puente, inspección, Protocolo de inspección en puentes.

INTRODUCCIÓN

Los puentes han sido a lo largo del recorrido del tiempo una herramienta estructural para sortear obstáculos que se le han presentado al ser humano desde sus principios, el hombre en busca de la necesidad de movilizarse y expandirse recorre distintas vías, las cuales pueden presentar accidentes topográficos y comprometer la facilidad de comunicación entre zonas específicas, por lo cual, desde inicios de su existencia ha buscado sobreponer estas barreras utilizando en sus inicios troncos de árboles caídos, rocas en ríos, etc., hasta la actualidad que se generan grandes proyectos ingenieriles que buscan la modernización y mejora de las estructuras tipo puentes.

Todo puente vehicular posee un deterioro constante y sin pausa, generado por distintos efectos externos aplicados al mismo, como lo puede ser el medio ambiente, el tránsito que por él circula, químicos, etc., el cual necesita ser inspeccionado continuamente para poder tener un control rutinario de su estado y funcionalidad. De allí, la importancia de desarrollar un protocolo que genere una inspección organizada, detallada y lo más precisa posible, que permita categorizar y controlar todos los elementos de un puente, para llevar a cabo un análisis completo de dicha estructura y poder generar conclusiones del estado físico en el cual se encuentra en un momento determinado y saber la confiabilidad estructural que presenta, y a su vez la seguridad de todos los usuarios que por él transiten.

En Venezuela la red vial nacional presenta una gama importante de puentes, los cuales pueden poseer distintos grados de deterioro. Siendo los puentes parte fundamental del buen funcionamiento de cualquier red vial y del país, es de vital importancia conocer el estado de cada uno de los presentes en la vialidad venezolana, y de esta forma poder tener categorizado su estado de servicio y su importancia dentro de la red vial. Generando con un protocolo una organización que es fundamental para el buen funcionamiento de dicha red y poder tener una inversión de parte del estado y el sector privado que ayude a mantener el estado de servicio óptimo de cada uno de los puentes presentes en la red interconectada vial nacional.

En este sentido, el presente trabajo de investigación está compuesto por una cantidad de capítulos que engloban la información considerada necesaria para el desarrollo de la misma, así como también aquellos aspectos que le dan validez al trabajo presentado. El capítulo I, expone el planteamiento del problema en el contexto que se desarrolla, así como también el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, explicando la justificación, alcance y delimitaciones en el mismo capítulo.

Todo lo concerniente a los fundamentos teóricos, material bibliográfico explicativo de las definiciones alusivas al tema, están generalizados en el capítulo II, así como también todos los aspectos considerados significativos para el entendimiento del problema y sus variables.

El capítulo III representa todo lo referente a la metodología de la investigación, es decir, el tipo, diseño y nivel de investigación. De igual forma contiene definiciones sobre técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizarán para darle validez. Y finalmente en el capítulo IV se indican los recursos que forman parte importante y determinante en la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

Para que toda nación, región o ciudad tenga un desarrollo continuo y exponencial debe tener una red de interconexión que permita la libertad de movimiento de cada ciudadano que en ella habite, donde debería de existir un sistema vial, así como también, un sistema férreo, acuático, etc. que brinde al ciudadano un libre tránsito y además lo más amplio posible, generando consigo estructuras que puedan dar cabida al derecho fundamental del hombre como lo es la libertad de movilidad. Esto genera a su vez un avance en la sociedad, dando una posibilidad de explorar y explotar distintas áreas de una región donde se generen nuevas actividades económicas, residenciales, industriales, etc.

Específicamente las redes de interconexión vial son las líneas más directas de comunicación que usa el ciudadano, en las cuales existen una gran cantidad de estructuras, entre ellas están los puentes, que tienen como función principal permitir el paso de la vialidad de forma más directa a través de distintos accidentes topográficos y dando continuidad a la vía, consiguiendo así disminuir el tiempo de viaje de los usuarios que por el transiten. Los puentes, aunque ínfimos en longitud comparado con toda la red vial, son eslabones principales de la misma. Ya que sin ellas se obstaculizaría por completo el tránsito y transporte que por él da vida, dando como resultado una paralización que tiene grandes efectos sobre el crecimiento, desarrollo, exploración y uso de cualquier región, además de generar grandes pérdidas económicas. Por lo tanto, los puentes son fundamentales para el avance de toda sociedad.

Los puentes dentro de una red vial son su debilidad, ya que con una falla se pueden generar grandes daños, estos deben ser diseñados considerando sus estados límites especificados a fin de lograr los objetivos constructivos, seguridad y

serviciabilidad, considerando debidamente los aspectos relacionados con la inspeccionabilidad, economía y estética, estas estructuras están sometidas a tránsito rutinario, el clima y factores externos que generan pequeños daños continuos que al largo plazo se convierten en grandes defectos para dicha estructura y en consecuencia para la red vial. Por lo tanto, deben de tener un mantenimiento continuo y minucioso para garantizar su buen funcionamiento. Esto se lleva a cabo a través de una inspección rutinaria donde se demuestre el estado de dicha estructura para poder atacar a tiempo cualquier daño en la misma y solventarlo.

En Venezuela existen gran cantidad de puentes, de diferentes dimensiones y tipos, dando vida estas estructuras a la red vial nacional y generando un flujo continuo de tránsito. Siendo la red vial nacional la principal vía de conexión entre regiones, ciudades y pueblos, ya que no existe como tal otra red de comunicación completamente desarrollada, las redes ferroviarias están en expansión y las vías de comunicación acuática solo dan servicio a una zona en específico del país, por lo cual la vialidad es la principal generadora de avance y crecimiento de la nación. Pero, no existen o se realizan muy pocos procesos de inspección de dichas obras, que permitan dar conocimiento del estado físico general de cada una de las estructuras para así mantener el buen funcionamiento de la red vial y del país. Se ha de notar, que una gran cantidad de puentes tienen un grado de deterioro que podría afectar la estabilidad de la red vial como se ha hecho público en ciertos canales de comunicación visual e impreso (Betancourt, 2012). Esto tiene base en el poco mantenimiento e inspección que se le realiza a las obras viales.

Esto es generado por el deterioro económico continuó y palpable que posee la nación para este momento, dificultando las inversiones en la supraestructuras del país, también la dificultad de utilizar ciertos rubros de la construcción no permiten realizar el mantenimiento de las estructuras de forma adecuada, la falta de voluntad política también perjudica que la inspección a puentes y mantenimiento se haga de forma rutinaria lo cual genera grandes deterioros en los puentes hasta su posible colapso.

Producto de esto, el país no posee un análisis continuo de sus puentes que pueda ser público y notorio para generar las inversiones necesarias para

preservarlos. Por lo tanto, la posibilidad de identificar las estructuras con mayor daño y detallar su ubicación a nivel nacional podría organizar la inversión de mantenimiento vial en los puentes del país, generando esta acción la destinación de fondos en los puntos más críticos que existan dentro del sistema vial. Estos análisis o inspecciones de las estructuras viales pueden ser desde lo más minucioso posibles con tecnología de punta en el área, pero inicialmente es necesario tener una inspección primaria visual que de un estado general de la estructura para poder categorizarla en su importancia dentro de la red vial y poder atacar a las principales obras de vialidad con mayor deterioro previamente analizados que necesiten una inspección más detallada y un mantenimiento, para así poder mantener un estado óptimo de la red vial nacional la cual se encuentra afectada actualmente en sus estructuras, esto afecta directamente al desarrollo y avance del país.

1.2 Formulación del problema.

En concordancia a lo expuesto con anterioridad, se plantea la siguiente interrogante, ¿Cómo controlar y clasificar el estado físico general de los puentes en la vialidad de Venezuela?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general.

Desarrollar de un protocolo de inspección general y rutinaria de puentes vehiculares en Venezuela y su aplicación en el puente Las Josefina ubicado en el municipio San Diego del estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Describir los distintos tipos de Puentes, condiciones óptimas y formas de deterioro.
- Identificar los equipos necesarios para la inspección de los componentes estructurales y no estructurales de un puente.
- Elaborar una planilla de inspección visual basada en las características necesarias para la operatividad de un puente.
- Generar una metodología para para el llenado de la planilla de inspección visual.

- Proponer un protocolo de inspección general y rutinario. Y aplicarlo al puente Las Josefina utilizando la planilla de inspección visual.

1.4 Justificación de la investigación.

La necesidad que tiene toda nación de mantener una comunicación y conexión continua entre todas sus regiones genera distintas acciones para preservar y generar vías de comunicación, ya que sin ellas el avance de cualquier nación puede verse afectado. Toda estructura generada debe de tener un mantenimiento para garantizar su buen funcionamiento, que cumpla su vida útil para la que fue diseñada y que no presente algún inconveniente. Los puentes como parte fundamental de toda vialidad tienen que tener un mantenimiento continuo y una supervisión rutinaria para garantizar su buen funcionamiento, su estado físico y además de brindar la seguridad al usuario que por el transita.

Los puentes presentan una gran cantidad de componentes estructurales que deberían de estar en constante revisión e inspección, siendo la inspección el paso principal y fundamental para generar el mantenimiento de todo puente. Los factores externos a las estructuras ocasionan pequeños daños tangibles como lo pueden ser las grietas, corrosión, asentamientos, fractura de algún elemento, etc. Estos factores deben de ser registrados para medir sus daños y poder categorizar la magnitud de los mismos, y de tal forma generar un plan de acción sobre dicha estructura para solventarlos. Las inspecciones de toda estructura pueden llegar a ser un poco tediosas por la amplitud de la estructura y las diferentes áreas que se deben analizar.

Por lo tanto, un buen protocolo de inspección es fundamental para realizar un chequeo general de un puente de forma organizada y con buenos resultados, detallando cada una de sus partes a revisar de forma que no se pierda o se deje de analizar alguna zona de la estructura, y de esta forma generar un plano general del estado físico de dicha estructura y poder atacar sus debilidades. Al mismo tiempo una forma de conseguir una buena organización para la aplicación de mantenimiento a puentes de una región, es categorizar sus daños lo cual se hace por medio de la inspección y al mismo tiempo ubicarlas en un plano geográfico, consiguiendo con esto poder zonificar las áreas de mayor afectación y de gran importancia para la red vial. Al ubicar los puentes en un plano geográfico puede

permitir observar con mayor facilidad cual sería el puente con mayor importancia al cual se le debe de aplicar un mantenimiento para garantizar la fluidez y buen funcionamiento de la red vial.

En resumen, se requiere generar un protocolo de inspección a puentes que genere un gran impacto en el buen estado de dichas estructuras, al permitir un chequeo con mayor facilidad y sea practico, que abarque todos los aspectos de dicha estructura y poder medir sus daños para categorizarlas. Generando con esto una organización previa al mantenimiento respectivo de cada estructura. Además, al ubicarlas en un plano geográfico se obtiene una mejor noción espacial del estado físico actual de los puentes dentro de la red vial y poder atacar las fallas en las áreas de mayor importancia dentro de la misma.

1.5 Alcance y delimitaciones de la investigación.

La investigación a realizar será basada en distintas normas, especificaciones y lineamientos presentes en bibliografía, con el fin de obtener de ellas todos los lineamientos teóricos de las generalidades y detalles de los puentes, para con esto poder generar el protocolo a aplicar. La realización del protocolo se hará en base a la teoría en puentes previamente analizada. Este trabajo especial de grado se limitará solo al estudio y análisis de puentes que son de uso común en la red vial vehicular de Venezuela, para llevar a cabo la aplicación del protocolo sobre dicha estructura presente dentro de la vialidad del estado Carabobo y que se encuentre en estado de servicio. Escapa del estudio de esta investigación todo lo referente a la construcción y mantenimiento de puentes, así como también el análisis a puentes colgantes. De igual forma, queda exonerado de este trabajo de grado, la realización de evaluaciones o estudios especializados de puentes tales como estudios de vialidad, hidráulicos, estructurales, de impacto ambiental, topográficos y cualquier otro estudio avanzado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo abarca lo concerniente a definiciones, conceptos, especificaciones que le dan fundamento a la investigación, en relación a lo que significa inspección a puentes. Para la comprensión de lo que representa un puente y como se debe inspeccionar existen diversas fuentes bibliográficas como el tomo de (Tonias, 2006) y (Rodríguez Serquen, Puentes, 2016) entre otros, que se han encargado de investigar lo referente a puentes tomando en cuenta su diseño, mantenimiento e inspección. Además, en este capítulo, están planteados los antecedentes al presente trabajo de grado, los cuales aportan gran información relacionada a los estudios que se realizarán. Por consiguiente, se desarrollaron los fundamentos teóricos de los cuales está basada la investigación, cuya información y base de datos fueron tomadas de diferentes autores.

2.1 Antecedentes de la investigación

La investigación realizada por (Mendoza Maldonado , Navarro Melendez , & Portillo Molina , 2003) en su trabajo de grado titulado **“Manual para el mantenimiento rutinario y preventivo de puentes”**, de forma general, trata del aporte de un manual de mantenimiento preventivo a puentes siguiendo criterios de evaluación a los mismos, con el fin de poder preservar al máximo las estructuras y conservar la fluidez vehicular que por el puente transita, siendo dichas estructuras primordiales para el buen funcionamiento de una red vial. Este manual expuesto genera una metodología para el mantenimiento rutinario y preventivo, manifestando los tipos de fallas que se pueden presentar en puentes y que estén contruidos con distintos materiales, se puede observar un detallado de los tipos de deterioro que pueden llegar a tener estas estructuras. Además, generaron una amplia gama de información respecto a los procedimientos de reparación a puentes con

diferentes tipos de daños, para poder encausar al lector en los temas y factores primordiales que puedan afectar a los puentes. De tal manera, este trabajo de grado presentado por Navarro y Portillo se considera un punto de partida para generar nuevos análisis a puentes que puedan preservar su condición física, por lo tanto, se estima que es un aporte para la investigación que se está desarrollando.

Por otra parte, (González , 2012) en su trabajo de grado titulado **“Propuesta de una metodología no destructiva para la inspección de puentes de concreto reforzado en servicio”**, también aporta con su investigación, una propuesta para llevar a cabo una metodología no destructiva para la inspección de puentes de concreto reforzado en servicio, para esto hicieron una descripción de los daños más comunes en dichas estructuras, así como las posibles causas de origen físico, químico y/o mecánicos. Analizaron las técnicas no destructivas que se pueden aplicar para localizar y medir uno o varios defectos en un elemento estructural. También exponen los comportamientos de los materiales que conforman estos puentes en específico, considerando la localización y características del defecto identificado y las condiciones en que se encuentre. Así mismo, presentan algunas de las principales documentaciones y normas técnicas utilizadas en el diseño construcción, diagnóstico, mantenimiento de las estructuras de concreto. Para aplicar las técnicas no destructivas en puentes y de esta forma poder conseguir una inspección que detalle lo más real posible la condición del puente. Por lo tanto, también es considerado un gran aporte para el fundamento de la investigación a realizar. Los trabajos antes expuestos proporcionan una visión de cómo ha sido investigado lo referente a la inspección y mantenimiento de los puentes para con esto poder preservar la vida útil.

2.2 Bases teóricas

Un puente se puede definir como una obra civil que tiene como propósito constructivo permitir el paso de una vía de comunicación sea vial, férrea, de servicios, etc. por un accidente topográfico u obstáculo. (Rodríguez Serquen , Puentes, 2012). También se puede definir como “una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos y poder

trasladarse de una zona a otra.” (Mendoza Maldonado , Navarro Melendez , & Portillo Molina , 2003). Dichas estructuras proporcionan una vía rápida y directa para sortear distintos obstáculos. Son parte fundamental del progreso de cualquier ciudad, estado o país ya que gracias a ellos se permite el paso de forma lo más directa posible del tránsito a través de distintas topografías y condiciones, que permiten acortar los tiempos de viaje de personas, productos, etc. Generando un rendimiento mayor y consigo un avance en la sociedad. Los puentes son parte fundamental de una vía de comunicación y representan en longitud una parte ínfima con respecto al resto de una vialidad, pero sin ellos se vería obstaculizado el tránsito que repercutiría de forma directa en el avance, movimiento, crecimiento y más de una sociedad. Los puentes pueden tener distintas disposiciones, formas, materiales, capacidades, etc. Las cuales son definidas al momento de ser diseñado. Además, deben de tener un mantenimiento constante para evitar su deterioro generado por factores como los pueden ser el clima, incendios, agentes químicos, colisiones, etc. Dichas estructuras tienen una historia de progreso constante que lleva de la mano la modernización y crecimiento de la sociedad.

2.2.1 Historia de los puentes

La historia demuestra el uso del puente como herramienta para salvar obstáculos a lo largo de la historia de la humanidad, lamentablemente no quedan rastros de los primeros puentes primitivos que eran usados por los hombres prehistóricos para salvar obstáculos y reducir sus tiempos de viajes de sus travesías (ver figura 1). En sus orígenes usaban troncos de árboles caídos para sortear dichos obstáculos.



Figura 1. Los primeros puentes utilizados por el hombre en la época primitiva.

Fuente: Geocities.com. Tipos de Puentes.

Con el pasar del tiempo fueron mejorando sus técnicas constructivas e ingenio usando los materiales que la naturaleza les brindaba generando los primeros puentes colgantes (pasarelas colgantes) que poseían una estructura que podría haber sido construida con lianas y una estructura base de troncos de dimensiones menores. También generaron nuevas iniciativas buscando salvar brechas más extensas donde un tronco de un árbol no era lo suficientemente eficiente y empezaron a empotrar ciertos apoyos en los lechos de los ríos para generar sustentación a la estructura creada para el momento.

Así como la necesidad del hombre prehistórico lo hizo buscar soluciones para poder solventar sus necesidades y crear los primeros puentes, estas estructuras han tenido una evolución continua a lo largo del tiempo basándose en las necesidades del hombre. En tiempos de la gran Roma sus grandes ejércitos iban construyendo a lo largo de sus caminos distintos tipos de puentes, hechos de madera, rocas o materiales que tuvieran a la mano. Así como el imperio Romano en la antigüedad, en la actualidad se sigue modernizando cada día más estas estructuras tan esenciales para la vida humana y su libertad de movimiento (ver figura 2), ya que obviamente toda red vial requiere una estructura tipo puente para soportar el tráfico variado que por algún desnivel o cruce transita. Puede ser hecho por el hombre como (autopistas, líneas férreas, canales) o puede ser natural.” (Tonias, 2006)



Figura 2 KCRC West Rail Viaducts, Hong Kong.
Fuente: tukangarsitek.blogspot.com

2.2.2 Puentes en Venezuela

Venezuela posee una gran cantidad de puentes en su red vial, al ser un país que posee distintos tipos de topografía a lo largo de su extensión es necesario el uso de los mismos en las redes de comunicación, la red vial es parte fundamental de la comunicación entre estados, ciudades y pueblos, porque es la forma de comunicación más desarrollada en el país siendo la principal dentro de la diversidad de redes de comunicación que pueda existir. La vialidad en Venezuela es antigua y en pocas áreas del territorio se ha ido modernizando, siendo una red vial con distintas dificultades donde puede existir poco mantenimiento, sobrecarga del tránsito, construcciones aledañas que puedan hacer efecto sobre la vialidad, entre otras, donde los puentes son parte primordial del buen funcionamiento de la red nacional. En Venezuela existen distintos tipos de puentes donde se pueden destacar los puentes de loza maciza, puentes de losa nervada, puentes de losa hueca, puentes de losa prefabricada en su totalidad o parcial, puente viga maciza, puente tipo losa cajón, puente losa sin vigas, entre otros dentro de la red vial, férrea y peatonal. Dichos puentes pueden tener una antigüedad de más de 50 años como también pueden ser puentes que recién se entraron en servicio, dando esto una gran diversidad para el estudio y análisis dentro de la red nacional.

Por otra parte, en Venezuela, “hay unos 6125 puentes en servicio con una longitud total de 93,3 kilómetros. El 66% de los puentes tienen más de 40 años de servicio y el 22 % más de 50 años” (Torres , 2006), esto plantea problemas por: “el cambio drástico de los trenes de carga en el territorio nacional” (Torres , 2006). En efecto, del total de puentes los análisis hechos revelan que el 17% tienen una alta probabilidad de presentar una condición crítica; es decir, una condición que requiere reparación urgente. Se ha identificado un conjunto de casos de puentes y viaductos afectados por acciones externas, (ver Tabla 1). Algunos han sido reparados o rehabilitados, otros han sido pérdida total.

Tabla 1: AFECTACIÓN DE PUENTES EN VENEZUELA.

Año	Breve Descripción
1781	Destrucción del primer puente Carlos III, sobre la quebrada Catuche, hecho de madera el año 1773. En 1783 se reconstruyó en arco de mampostería. Esta creciente también destruyó el puente La Trinidad, aguas abajo, construido en 1775.
1820	Este puente daba acceso a Valencia viniendo de Caracas fue destruido por socavones de las crecientes del río. En 1904 fue reedificado con el nombre de Puente de La Restauración; las nuevas fundaciones se hicieron de concreto.
1844	Puente colgante sobre el río Agua Caliente. Este y otros puentes de esta carretera sufrieron deterioro en poco tiempo y ya para 1856, así lo reconocía el propio Lutowski quién, para esa época, era el director de construcción de esa carretera
1877	El río Guarenas sufrió una extraordinaria creciente que arruinó el puente sobre la quebrada Turumo, así como la carretera desde Caugagüita hasta Guarenas.
1877	Como consecuencia de una gran perturbación en las Antillas, el Guaire se salió de madre. Daños menores en el puente Regeneración o puente de Hierro. En la carretera hacia el Sur, inaugurada en 1875, 'dos años después, el paso había quedado obstruido por grandes derrumbes y destruidos la mayor parte de los puentes'.
1878	El Puente Nuevo, construido en 1835, fue arrastrado por las crecientes de la quebrada Caroata.
1880	Una creciente del Guaire dañó 15 pilares del puente Regeneración. Reparación a cargo del Ingeniero Manuel Dibble.
1880	Puente La Quinta sobre el río Cabriales. El día de su inauguración, 27 de abril de 1880, no soportó la carga impuesta: de las 4 mil personas presentes, unas 500 estaban sobre el tablero del puente, sobrecarga que hundió el puente. Fallecieron tres personas y hubo 69 heridos, entre los cuales el proyectista. El puente fue reconstruido inmediatamente después.
1883	Arrastres torrenciales en la quebrada Tócome, Este de Caracas, destruyeron el puente de la línea de ferrocarril construida un año antes. Una víctima.
1885	El primer puente Guanábano, sobre la quebrada Catuche, también llamado Puente de Abril hecho de mampostería, colapsó pocos días antes de su inauguración. Este desempeño se atribuyó a asentamientos en las fundaciones. Fue sustituido por un puente metálico importado, lanzado desde la margen Sur de la quebrada.
1892	Caudales excepcionales del río Guaire, dañan el puente Regeneración y el puente Constitución aguas abajo. Este último fue sustituido por el puente Sucre pocos años después. Al volcar este puente represó las aguas y el río se salió de madre. Esta crecida generó una situación de emergencia en el ferrocarril Central de Venezuela y, para cruzar el río Guaire, en 1895 se trasladó el conocido viaducto El Rosario. Aguas abajo del mismo río, hacia la estación Arenaza, la creciente destruyó estaciones y arrastró varios puentes del Ferrocarril Central de Venezuela en construcción para esa fecha.
1894	Como consecuencia de fenómenos de licuefacción generalizada, se perdieron kilómetros de la vía férrea Santa Bárbara-El Vigía; 'muchos puentes estaban perdidos'.
1896	Se menciona la reconstrucción del puente Dolores, sobre el río Guaire. No se conoce el origen de los eventuales daños.

1900	Caída del puente Paparo sobre el río Tuy, el más notable de esa línea férrea, por efectos del terremoto de esa fecha. Los fenómenos de licuefacción en esa región de Barlovento, fueron generalizados y deformaron la vía férrea en varios tramos de la línea.
1927	Puente sobre el río Monaicito, estado Trujillo. Destrucción del puente por arrastres torrenciales.
1932	Puente (¿vía férrea?) sobre la quebrada Vinchu, cercana a La Ceiba; daños por arrastres torrenciales. ¿Consecuencia del sismo del 14 de marzo de ese año destructor en La Grita y otras localidades del estado Táchira? Falta verificar.
1938	El puente sobre el río Chama, construido en 1923, fue dañado 'por la última gran crecida del río'. Dudas sobre la fecha de la crecida del Chama
1943	Pérdida del puente colgante "Libertador", ubicado entre San Cristóbal y Táriba. En San Cristóbal, estado Táchira, se guarda memoria de la crecida del río Torbes la noche del día jueves 03 de Junio, crecida que destruyó el citado puente diseñado por el Ingeniero francés Gustave Eiffel (1832-1923).
1951	Las lluvias pertinaces generaron deslaves en la costa del actual estado Vargas. En Macuto, el río del mismo nombre se llevó puentes y tramos del acueducto. Según Vincentelli (1999, p. 254; p. 262) se perdieron los puentes que unen Catia de La Mar con Maiquetía y el puente de Naiguatá.
1964	Puente General Rafael Urdaneta, inaugurado en 1963. El 6 de abril, poco antes de media noche, el barco "Esso Maracaibo" chocó contra las pilas 31 y 32 del puente; estas sufrieron daños severos y, en menor grado, las pilas 30 y 33. Quedó así un espacio abierto de tres tramos de 85 m cada uno. Debido a la oscuridad reinante, varios vehículos se precipitaron al agua con un saldo de más de 10 víctimas. La reparación y reconstrucción fue hecha por Precomprimido en dos meses. En fechas muy posteriores, esta empresa procedió al cambio de tirantes de este puente (Henneberg, 2009).
1979	Puente Jiménez, estado Trujillo, el 19 de octubre de ese año, sufrió daños en los accesos al puente debido a fuertes precipitaciones. /También se encuentra la graffía Giménez/.
19--	Viaducto La Cabrera, estado Aragua. Continuación del túnel La Cabrera, forma parte de la Autopista Regional del Centro, en el tramo Maracay-Valencia. Esta estructura ha sido objeto de reforzamiento y rehabilitación
1987	Día domingo, hacia las 3 PM, se inician los deslaves en la cuenca del río Limón, Maracay. Entre 5 y 6 mil vehículos dañados o enterrados, con balance incierto sobre el número de víctimas. Se reportan tres puentes caídos en la carretera Maracay-Ocumare
198-	Rehabilitación del viaducto Adolfo Ernst, sobre el parque Los Chorros, construido hacia 1970.
199-	Puente Tazón II, estado Miranda. Perteneciente a la Autopista Regional del Centro, el puente se ubica en una fuerte curva al final de una prolongada pendiente. Partes de la estructura de este puente han sido objeto de un proyecto de rehabilitación y reforzamiento
1999	Como consecuencia de la rotura de la represa de El Guapo el 15-16 de diciembre, se perdieron entre dos y tres puentes aguas abajo en el tramo carretero El GuapoCúpira, estado Miranda. Los deslaves en el estado Vargas, afectaron numerosos puentes.
2000	el puente General Rafael Urdaneta, inaugurado en 1963, recibe el impacto de otro barco; esta vez en la pila 24, sin mayores consecuencias.
2005	Para ilustrar la vulnerabilidad, durante las lluvias pertinaces de febrero-marzo del año 2005: colapsaron 68 puentes, desde la vaguada de febrero en Mérida, Táchira, Trujillo, Guárico, Vargas, Caracas y Miranda, lo cual tiene un impacto terrible en el desarrollo nacional. La afectación de puentes ocasionó serias disrupciones que fueron reportadas por la prensa; en el Anexo B1 se recoge información sobre un conjunto de casos reportados por la prensa local.

2006	Inaugurado en 1953, treinta años después se constataron desplazamientos progresivos, consecuencia de un macro deslizamiento adyacente al apoyo Sur (lado Caracas), que comprimió la estructura hasta su derrumbe en febrero de 2006. En 2007 se inauguró un nuevo viaducto con una configuración menos sensible a eventuales movimientos de la ladera Sur.
2009	Puente Escalante, sobre el río Yegüines, afluente del río Escalante. La prensa reporta que este puente, en la vía Boconó (Táchira)-El Vigía (Mérida), colapsó. Esta estructura metálica, con armadura superior, fue sometida a una sobrecarga que excedía largamente su capacidad portante: una unidad de transporte tipo 'carga larga', con un generador cuyo peso estimado según datos de prensa era de 150 toneladas. La estructura de 'hierro y concreto' se partió en dos y quedó sobre el río (diario El Universal, 23/12/2009). Se tiene previsto instalar un puente de guerra a partir del día 4 de enero de 2010; los vehículos pesados deben seguir la ruta: El Vigía, Santa Bárbara del Zulia, Encontrados, Coloncito (diario El Universal, 29/12/2009).
2009	La prensa del día 29/12/2009 (El Nacional de Caracas), recoge la información de que, por la misma razón, también se desplomó el puente San Mateo, que dista unos 10 km del puente Escalante viniendo de San Cristóbal. Se informa sobre problemas de mantenimiento en los puentes de la región.
2010	En la pila 27 del puente General Rafael Urdaneta, inaugurado en 1963, se detectan desplazamientos a nivel de calzada, probablemente debidos al desplazamiento de rodillos de apoyo.
2010	Afectación del sistema vial del Norte de Venezuela y parte de Los Andes por precipitaciones persistentes. Aún no se cuenta con un balance objetivo sobre la afectación de puentes a nivel nacional.

Fuente: http://www.acading.org.ve/assets/cap_xiii.pdf

Uno de los puentes más importantes en el estado Carabobo es el Viaducto La Cabrera que inicia su construcción hacia finales de la década de los años 50, este tramo elevado de la Autopista Regional del Centro queda ubicado en el estado Carabobo. A partir de 1972 se realizaron trabajos de mantenimiento, entre los cuales se señalan marcados asentamientos en los pilotes de hasta unos 10 a 12 cm, con los consiguientes daños estructurales. Se identificó que la mayor parte de los pilotes empleados en la obra original, fueron tipo camisa de acero, atacados por la fuerte naturaleza corrosiva del medio. Adicionalmente se emplearon diferentes tipos de pilotes, a lo cual se sumó una profundidad de hincado estimada en menos de 15 m. Esta difiere sustancialmente de las profundidades de apoyo de pilotes dispuestos más recientemente, que alcanza los 32 a 36 m. Otro problema que se destaca es el de las sobrecargas de tránsito. Al inicio de su puesta en servicio, se dispusieron balanzas para controlar el peso de las cargas rodantes. Cuando esta medida preventiva se abandonó, comenzaron a circular gandolas y camiones con cargas de 3 a 4 veces mayores que el permitido por proyecto.

Y entre otros puentes icónicos de Venezuela está el Viaducto N° 1 de la Autopista Caracas-La Guaira, en 1953 entró en servicio la nueva autopista Caracas-La Guaira, un conjunto de estructuras constituidas por viaductos de gran vano, túneles. Reducía a menos de 15 minutos lo que antes tomaba una larga hora de la vieja y tediosa carretera de montaña. Para la fecha de su puesta en servicio, este viaducto se encontraba entre las grandes obras de ingeniería vial. En el caso particular de los viaductos, su proyectista, Eugene Freyssinet, dejó una cuidadosa descripción sobre los problemas del sitio del Viaducto N° 1 (Freyssinet, 1953). Tres aspectos destacan en ese texto del proyectista: (a) la adopción de un arco biarticulado, en lugar de la más frecuente configuración de tres articulaciones, por razón de ‘ser una zona sísmica’; (b) el sistema constructivo de los arcos, hechos en el terreno e izados posteriormente hasta alturas de unos 70 m, a fin de evitar la construcción de cimbras; esto, más laborioso, para evitar el riesgo de volcamiento ‘por los vientos ciclónicos’ que azotan el Caribe; (c) la configuración particular del apoyo Sur (lado Caracas) del viaducto N°1, fundado en 28 pilas verticales e inclinadas, excavadas a mano hasta 20 m de profundidad, vistas las características desfavorables del terreno; esta solución difería del apoyo Norte (lado La Guaira), un gran bloque de concreto apoyado en el terreno. Luego de inaugurada tan dichosa estructura se presentó un arrastramiento de los Cerros de Gramoven donde la estructura no mostró daños visibles. Años después, se constataron daños en áreas del pavimento cercano al extremo Sur del viaducto. Con el tiempo se comprobó que esto era resultado de la interacción de la estructura de concreto y un macrodeslizamiento en la vertiente Norte del barrio Gramoven y sus laderas, áreas invadidas por viviendas informales. Luego de haber conocido estos desplazamientos se fueron analizando, con un aumento imparable en los desplazamientos que afectaban a dicho viaducto se empezaron a tomar medidas de retención para tratar de alargar la vida del puente bajo dicha amenaza, luego de varios intentos fallidos ya que el puente se iba deteriorando se propusieron varias soluciones las cuales fueron analizadas, entre la cuales estaba realizar un triarticulado en el puente, lo cual al final no fue realizado. El derrumbe del puente fue inevitable, por lo tanto, fue colapsado el mismo, para una posterior reconstrucción

del viaducto, con la aplicación de mega pilotes que sustentarían la losa de vialidad del nuevo viaducto.

De igual forma, en Venezuela existen una gran cantidad de puentes que están bajo un cierto deterioro, que son observables en cualquier vía nacional, ver imagen (4, 5, 6), como ejemplo esta un puente fundamental que une la zona de Puerto Cabello con Falcón a nivel de la refinería el Palito que presenta deterioro en las vigas y juntas de apoyo, donde se observa el acero expuesto y deterioro del concreto, ver imagen (3)



Figura 3 Puente cercano a Refinería el Palito.

Fuente: Larrazabal, 2017.



Figura 4 Puente en Distribuidor el Trigal, Valencia, Edo. Carabobo.
Fuente: Larrazabal, 2017.



Figura 5 Puente Ubicado en la Zona de Palma Sola, Morón, Edo. Falcón.
Fuente: Larrazabal, 2017.



Figura 6 Puente Ubicado en la Zona de Palma Sola, Morón, Edo. Falcón
. Fuente: Larrazabal, 2017.

2.2.3 Tipos de Puentes

Los puentes tienen un avance progresivo en la historia de la humanidad y se han ido amoldando a las necesidades de avance de la población, este crecimiento continuo ha llevado a la creación, diseño y construcción de distintos tipos de puentes en su forma, estructura, materiales, resistencias, longitudes y más, que permiten sortear los obstáculos que la topografía de los terrenos generan. Los puentes se pueden caracterizar por su estructura longitudinal y su estructura transversal, que pueden presentar distintas configuraciones y materiales para poder resistir las cargas que se le aplicarán. Además, los puentes se pueden diferenciar por su material constructivo como lo puede ser, el concreto, acero, madera, rocas y combinaciones de varios materiales. También, se pueden clasificar según el uso del tránsito que sobre el circulará, los puentes pueden ser de uso peatonal, vial automotor, ferroviario o mixtos, los cuales podrán poseer distintas configuraciones de superestructura y el uso de diferentes materiales.

2.2.3.1 Puentes según su estructura longitudinal:

Se pueden clasificar los puentes según su estructura longitudinal en forma general como: Puentes de tramo simple, tramos múltiples, tramo compensado, tramo continuo, pórticos sencillos, ménsulas compensadas, pórtico múltiple, tramos ménsulas, pórticos en TT, arco atirantado, arco tímpano, arco de bielas, tramo colgado entre otros. (ver figura 7)

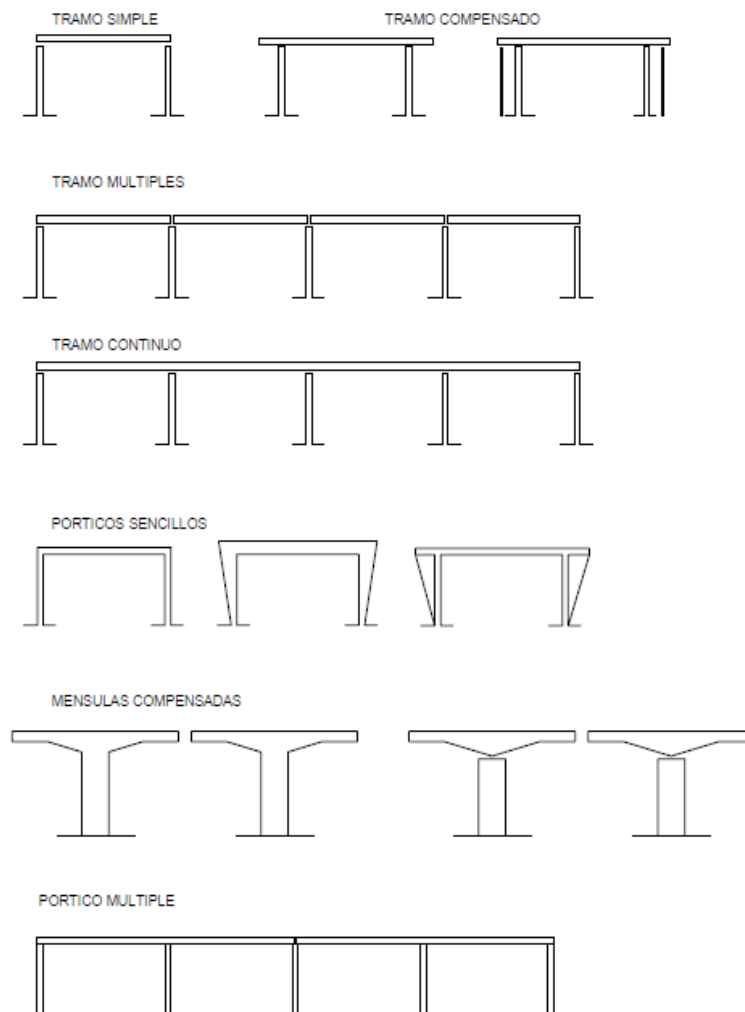


Figura 7 Puentes según estructura longitudinal.

Fuente: Larrazabal 2017

2.2.3.2 Puentes según su estructura Transversal:

Los puentes pueden tener distintas configuraciones internas con el fin de soportar los embates de las cargas aplicadas por el tránsito que por el da vida, estas configuraciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

Puentes de estructura transversal tipo tablero de losa, prefabricados, tablero superior fabricado in situ, tablero superior prefabricado, sección cajón, sección alveolar, tablero inferior, doble tablero, de vigas entre otras. Los cuales cada uno posee una función distinta y pueden ser usadas para variedad de cargas, las cuales son definidas por el diseñador y calculista del mismo (ver figuras 8 y 9).

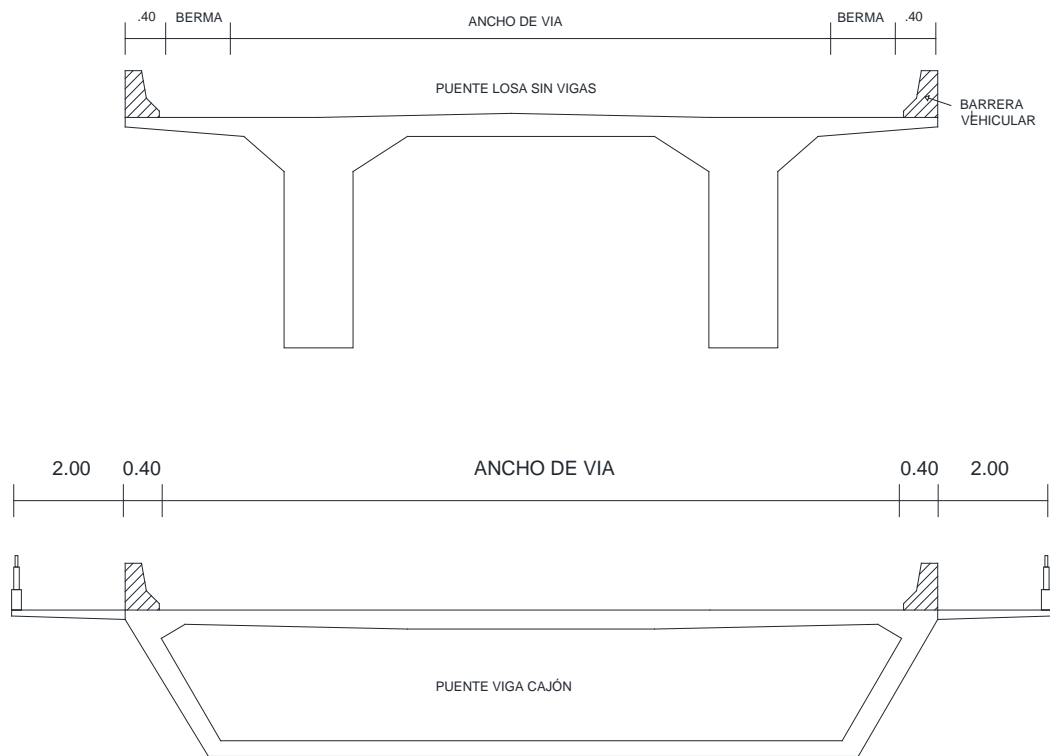


Figura 8 Losa Cajón y losa sin vigas.
Fuente: Larrazabal 2017

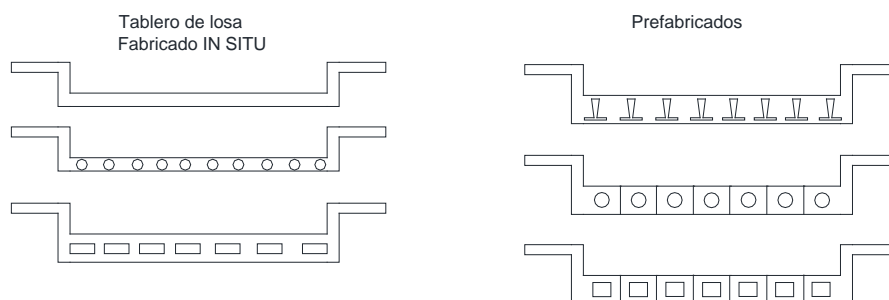


Figura 9 Losas prefabricadas.

Fuente: Larrazabal 2017.

2.2.4 Consideraciones Generales de un Puente

Los puentes constan o están formados principalmente por dos partes, la infraestructura que serían los pilares, estribos, fundaciones, etc. Y una superestructura que vendría dada por los tableros que soportan directamente las cargas, las vigas, armaduras, cables, arcos, quienes transmiten las cargas a los apoyos (ver figuras 10,11 y 12). Además de cumplir que “El puente debe estar integrado completamente al desarrollo del proyecto geométrico de la carretera, tanto en planta como en perfil.” (E.I.R.L., 2010)

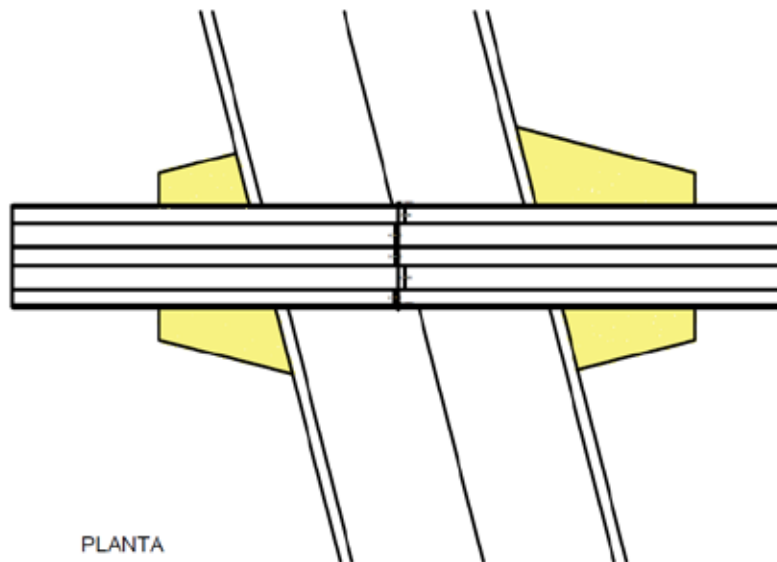
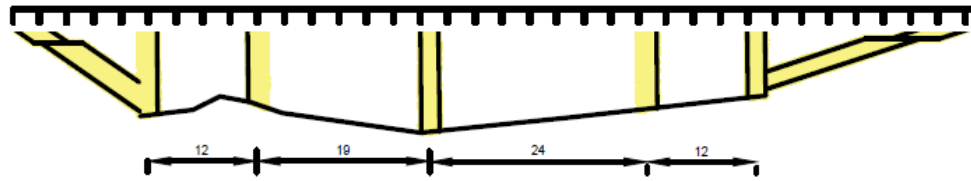


Figura 10 Plano General de un Puente visto de Planta.

Fuente: Larrazabal 2017



ELEVACIÓN

Figura 11 Plano General de un Puente visto en elevación.
Fuente: Larrazabal 2017

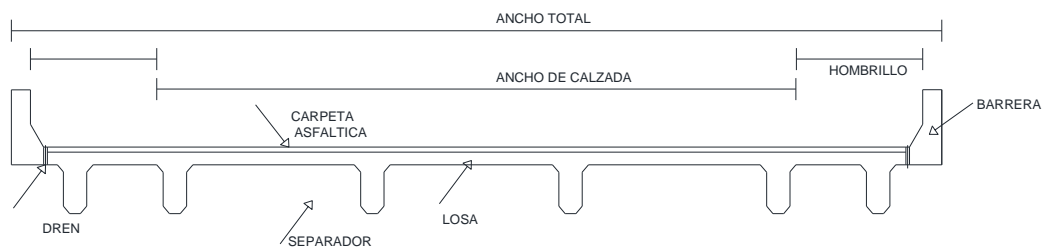


Figura 12 Perfil General de un Puente sección transversal.
Fuente: Larrazabal 2017.

2.2.4.1 Elementos de la superestructura

La superestructura es una parte importante de la estructura de un puente, ella tiene como función la absorción y transmisión de todas las cargas aplicadas a la misma, estos elementos que lo conforman son los más propensos a sufrir deterioro en un menor tiempo, ya que son los que están en contacto directo con el tránsito y en consecuencia a las formas de degradación que conlleva, como lo es la fricción constante de los neumáticos, las cargas variables dependiendo del tipo de vehículo que por el tránsito, colisiones, incendios, sobrecarga, etc. Estos elementos de la superestructura en forma general son la losa de tablero, las vigas longitudinales o principales, las vigas transversales o de arrostramiento, la calzada, la carpeta de rodadura, la vereda, el guardarruedas, las barandas o defensas, los desagües, las

juntas y los apoyos, y ellos son los que proporcionan las áreas transitables y de constante uso en un puente. Por lo tanto, son las zonas en las cuales se debe hacer una inspección constante y detallada para poder contabilizar el degrado que puedan llegar a tener y generar planes de mantenimiento en el tiempo correspondiente y de esta forma alargar la vida útil del puente.

La losa de tablero es la estructura dentro de un puente que tiene como función soportar de forma directa todas las cargas de tránsito y la carpeta de rodamiento, trasmitiéndolas a las vigas de tablero en los puentes viga o directamente a los pilares y estribos en caso de ser un puente losa o alcantarillas.

Las vigas longitudinales o principales son los elementos de mayor importancia en cuanto a soportar cargas en la superestructura, esto en los puentes viga únicamente, en los puentes tipo losa no presentan dichos elementos. Estas vigas tienen como función la transmisión de las cargas desde los tableros hacia los apoyos.

Las vigas Transversales o de arriostamiento, también llamadas separadores, tienen como función proporcionar rigidez a la estructura del puente, unir transversalmente las vigas longitudinales y con esto distribuir las cargas. (ver figura 13)

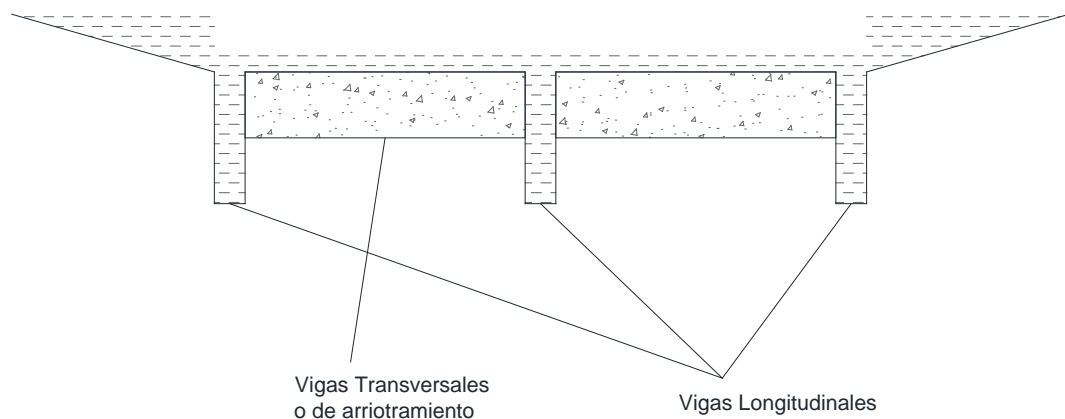


Figura 13 Puente Viga.
Fuente: Larrazabal 2017

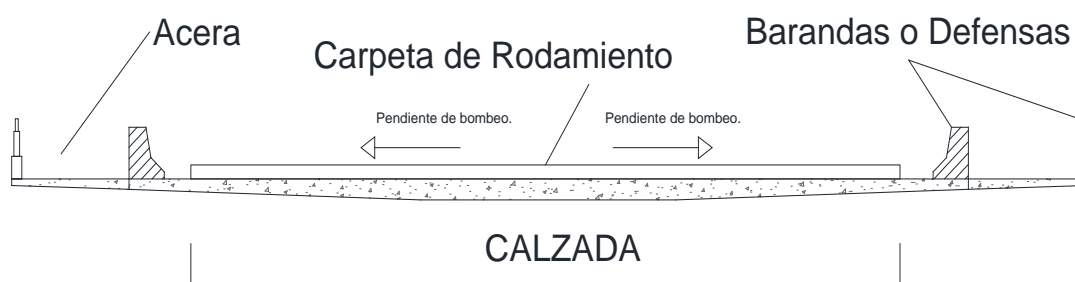


Figura 14 Puente Losa.

Fuente: Larrazabal 2017

La Calzada es la zona por donde tiene permitido el paso del tránsito vehicular dentro de la estructura del tablero del puente siendo esta zona delimitada por la carpeta de rodamiento o de desgaste. (ver figura 14)

La Carpeta de Rodamiento o de desgaste es aplicada a la losa de calzada teniendo como función generar un área óptima para el tránsito de forma segura de los vehículos y así proteger la estructura del desgaste generado por el mismo. Además de proteger de la infiltración de agua y otros líquidos, usando como mínimo una capa de 5 cm y generándole una pendiente de bombeo (ver figura 10) para permitir el flujo de las aguas fuera de la misma.

La acera es la zona del puente que está diseñada para permitir la posibilidad del paso peatonal que necesite el uso del puente. El guardarruedas es el cordón que delimita la calzada con la acera lo cual permite de guía al tránsito vehicular dentro de la calzada puede tener un ancho de 0.5 m y por el cual no se permite tránsito rutinario de ningún tipo.

Las barandas o defensas tienen como función principal delimitar las áreas de uso del puente. Además de proteger el tránsito peatonal del tránsito vehicular de cualquier tipo de anomalía en su paso por el puente. Los Desagües son puntos específicos dentro de la estructura del puente que permiten el desalojo de las aguas recaudadas por el área de la estructura, lo cual previene la acumulación de las

mismas en el área total del puente. Se debe evitar que el fluido drenado fluya por algún otro componente estructural para de esta forma no perjudicarlos.

Las Juntas son el lugar donde el puente tiene unión con el terraplén de vialidad, donde la junta da paso por esta unión cercana y permite la dilatación de las estructuras independientes una de la otra por los efectos del calor y frío que se puedan presentar. Además de no dejar que estos desplazamientos generen daño en la carpeta de rodamiento y de esta forma pueda haber un tránsito seguro en este punto de transición. (ver figura 15)

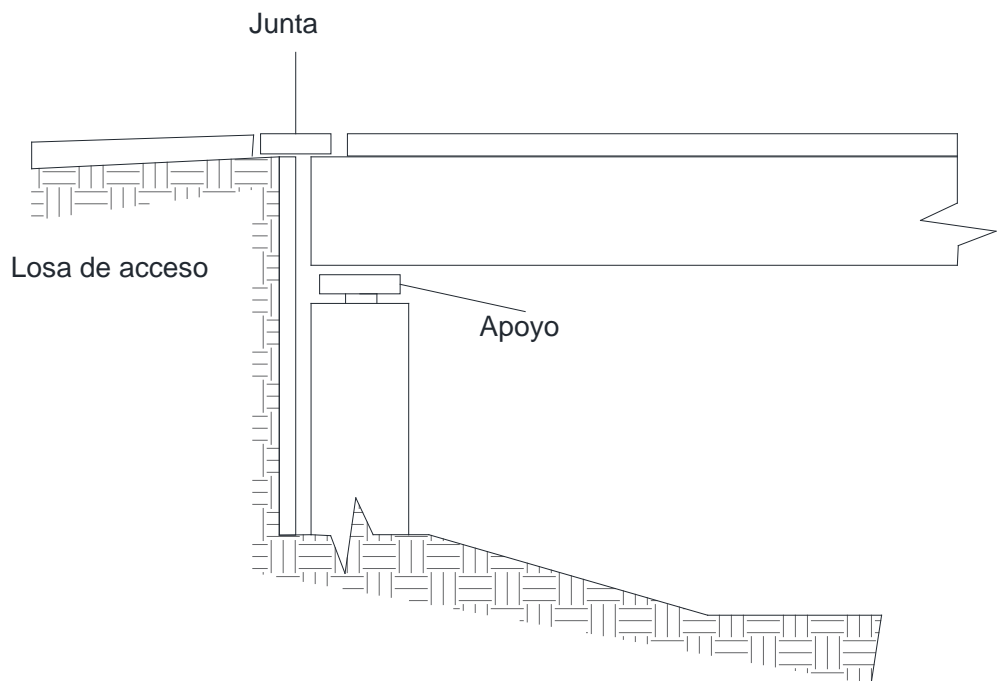


Figura 15 Junta, apoyo y losa de acceso.

Fuente: Larrazabal 2017

Los apoyos están ubicados sobre las pilas y estribos, tienen como función permitir el movimiento de la superestructura y transmitir las cargas que ella produce. Estas pueden existir entre viga y viga, sobre un apoyo o pila, estas pueden ser transversales o longitudinales, además se pueden presentar en uniones a lo largo del puente dependiendo de la longitud del mismo.

2.2.4.2 Elementos de la infraestructura

Son todos los elementos que le dan sustentación a un puente y transmiten todas las cargas aplicadas al suelo, son capaces de soportar y generar una base en distintas luses de los accidentes topográficos para que el puente pueda tener vida y consigo el tránsito pueda tener una vialidad donde el tiempo de viaje se disminuya, además pueden dar sustentación al talud que se generan al construir un puente. Estos elementos en forma general pueden ser los estribos, muros de vuelta, muros de vuelta o de ala, protección de taludes, pilas o pilares, fundaciones entre otros.

Los estribos son las estructuras que se encuentran en cada extremo del puente, son una combinación entre muro de contención y cimentación que soportan un extremo de la superestructura del puente y a su vez trasmiten las cargas de la cimentación al suelo, también sostienen el relleno o corte del talud que sostiene la losa de acceso y genera una protección ante la erosión del mismo. Puede ser cerrado el cual actúa como contención frontal del terraplén y abierto que posee un terraplén natural. Los estribos cerrados pueden ser construidos con concreto reforzado, mampostería reforzada o tipo muro de gravedad, ellos se encuentran restringidos en su parte superior por la losa de acceso y el tablero del puente. Estos deben ser inspeccionados rutinariamente para generar un control de los daños y posible deterioro que pueda ocurrir y de esta forma actuar de forma oportuna con planes de mantenimiento ya que son parte fundamental de la estabilidad del talud de terraplén que se encuentra colindante a la estructura del puente.

Los muros de retorno están vinculados directamente al estribo y se encuentran paralelos al eje del camino, generan un sostén lateral al terraplén de la vialidad dando cierto confinamiento al talud de tierra en los límites con el puente. Deben ser inspeccionados continuamente para detectar y corregir un estado de deterioro para evitar sus fallas ya que dan sustento al talud del terraplén. Los muros de ala o de vuelta están vinculados de igual forma con los estribos y se encuentran con cierto ángulo respecto al eje de la vialidad, da un cierto confinamiento al terraplén de la vialidad en los linderos del talud de tierra con el puente. Se debe generar una buena protección a los taludes que conforman el terraplén de la vialidad que tendrá conexión con la estructura del puente para evitar la erosión por cualquier efecto

principalmente climático que lo pueda afectar. La protección de taludes se puede realizar de distintas formas una de ellas puede ser colocando una vegetación superficial con raíces no tan profundas que puedan dar protección y sustentación al suelo superficial del talud y con esto evitar la erosión del mismo. Al generar una inspección a un puente se debe de tomar en cuenta de forma fundamental ya que puede ocasionar un deterioro, asentamientos, agrietamientos y más sobre la estructura.

Los pilotes se emplean cuando los estratos de suelo o de roca situados inmediatamente debajo de la estructura no son capaces de soportar la carga, con la adecuada seguridad o con un asentamiento tolerable. son fustes relativamente largos y esbeltos que se introducen en el terreno. Pueden ser de grandes diámetros y se construyen excavando y, por lo general, permiten una inspección ocular del suelo o roca donde se apoyarán. Por lo tanto, son elementos estructurales ubicados entre los estribos, que junto a ellos sostienen la superestructura del puente. Estos deben de tener una inspección continua y minuciosa ya que ellos son parte primordial de la estructura de un puente dando sustentación por completo a toda la superestructura y por consiguiente a todo el tránsito que de uso sobre el mismo. De igual forma las pilas dan sustentación a la estructura de un puente, siendo la conexión estructural entre el suelo, dado por los pilotes y funciones hacia las vigas de carga de la estructura. Es de vital importancia que las pilas o pilares estén en excepcionales condiciones y de presentar algún deterioro grave generar un mantenimiento inmediato para preservar la vida del puente.

Las Fundaciones son las estructuras principalmente de concreto reforzado que se encuentra debajo de las pilas y estribos, tienen como función recibir todas las solicitaciones que presente el puente en su superestructura e infraestructura, resistirlas y transmitir las al suelo distribuyéndola para el soporte del mismo.

2.2.5 Condiciones óptimas de los puentes en estado de servicio.

2.2.5.1 Estructuras de concreto:

En las estructuras de los puentes fabricados con concreto su condición óptima cuando está en servicio y principalmente la estructura dispuesta puede soportar sin daño aparente las cargas aplicadas al mismo, no debe de poseer ningún tipo de

grietas, pandeos, fisuras, agrietamientos, cizallamiento, pérdida de recubrimiento, etc. Los cuales se pueden observar y detallar de distintas formas (ver figura 16). Las fisuras aparecen en el concreto como consecuencia de tensiones superiores a la capacidad resistente, debidas a contracciones del concreto o por cargas aplicadas. La aparición de una fisura visible no significa necesariamente que algo ande mal, sin embargo, es importante conocer la causa que la produce para que pueda ser detectada dentro de una inspección, las fisuras atendiendo a su espesor, se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tabla 2. Nivel de severidad en Grietas

NIVELES DE SEVERIDAD	ANCHO DE LA GRIETA (mm)
Fisuras	ancho < 0.4
Grietas	$0.4 \leq \text{ancho} < 1.0$
Fractura	$1.0 \leq \text{ancho} < 5.0$
Dislocamiento	ancho > 5.0

Fuente: Evaluación Preliminar de Daños, Autor: Ing. Ricardo Castellanos Araujo

El concreto puede agrietarse en cualquiera o en cada una de las siguientes tres fases de su vida:

- En su fase plástica mientras aún no se ha asentado (recién ha sido vaciado).
- En su fase de endurecimiento cuando aún está fresco (primeras tres a cuatro semanas).
- En su fase endurecida y en servicio (después de los primeros 28 días).

En su condición plástica (es decir cuando aún no se ha asentado), el concreto puede agrietarse debido a: contracción plástica, asentamiento plástico, asentamientos diferenciales de los apoyos.

En su fase de endurecimiento (es decir durante las primeras tres a cuatro semanas después de ser vaciado), el concreto puede agrietarse debido a: contracción y dilatación térmica, asentamientos diferenciales de los apoyos.

En su fase endurecida y en servicio, el concreto pueda agrietarse debido a: carga excesiva, deficiencia en el diseño, construcción inadecuada, detallado inadecuado,

asentamiento diferencial de fundaciones. oxidación del refuerzo debido a: El ataque del cloruro, efecto de carbonatación en concreto, simple corrosión del refuerzo debido a exposición a la humedad, fabricación, transporte y manejo de miembros de concreto pretensado, reforzado o postensado, entre otros.

2.2.5.2 Fisuras por Contracción Hidráulica (Plástica) antes del Fraguado.

Las fisuras por contracción plástica ocurren dentro de aproximadamente una hora (o más, si se usan retardantes), aunque a menudo éstas no suelen notarse sino hasta mucho tiempo después. Ellas comienzan a partir de la superficie expuesta donde la evaporación del agua de la superficie tiene lugar causando contracción de esa capa. El concreto en estado plástico, teniendo apenas alguna capacidad de resistirse a la tensión consecuente, se libera a si mismo fisurando a través de la pasta, y alrededor de los agregados y refuerzos y viajando hacia la cara opuesta. Entonces, la causa de las fisuras por contracción plástica es la evaporación rápida del agua de la superficie de concreto. Inmediatamente después que el concreto es colocado, los ingredientes sólidos comienzan a asentarse. Este proceso produce una película de agua en la superficie debido a que el agua se mueve hacia arriba al ser desplazada por los sólidos que se asientan, continúa hasta que el concreto se acomoda.

Bajo la mayoría de condiciones climáticas una parte del agua sobre la superficie se evapora, mientras el ritmo de expulsión exceda el ritmo de evaporación, continuará la capa de agua, evidenciada por la apariencia de una película de agua en la superficie. Si la evaporación en la superficie excede el de la expulsión, la película de agua desaparece y la superficie superior de la losa es puesta en tensión. Como el concreto a edades tempranas (iniciando proceso de fraguado) posee capacidad de resistir esfuerzos de tensión, se forman fisuras para liberar esta tensión. Estas son las fisuras por contracción hidráulica antes del fraguado. Estas fisuras no deben ser confundidas con las fisuras por la contracción debido a la evaporación del agua remanente en las capilaridades una vez el concreto ha endurecido. Las fisuras por Contracción Hidráulica antes del Fraguado son comunes en losas, a menos que se tenga el cuidado adecuado.

Las losas de concreto que son debidamente vibradas no deberían mostrar fisuras por contracción plástica, pues la acción del vibrado es una forma de re

compactación que tiende a cerrarlas cuando ellas se forman. (Este vibrado, sin embargo, podría incrementar la sedimentación de los sólidos en la mezcla y causar fisuras por asentamiento plástico). Las fisuras por contracción plástica normalmente ocurren en la forma siguiente: Fisuras diagonales a aproximadamente 45 grados a los bordes de la losa, estando las fisuras entre 0.2 a 2 m de separación. Estas también ocurren normal a la dirección del viento ya que la contracción se manifestaría en la dirección de viento. También están las que siguen el modelo del refuerzo el cual podría ser un enmallado tipo reja (enmallado formado por barras de refuerzo ortogonal, colocadas en forma de malla), aunque las fisuras pueden ser muy anchas al inicio (hasta de 2 o 3 mm), la anchura disminuye rápidamente con la profundidad. No obstante, en todos menos en casos menores, estas fisuras normalmente atravesarán toda la profundidad de una losa delgada, en contraste, con la mayoría de fisuras por asentamiento plástico las cuales no se propagan tanto. Un método muy utilizado para conocer si la fisura atraviesa toda la profundidad de la losa, consiste en mojar completamente la losa. Así mismo, la extracción de núcleos puede revelar la existencia de éste tipo de fisuras. Las fisuras por asentamiento plástico ocurren cuando hay una cantidad relativamente alta de expulsión de agua y hay alguna forma de obstrucción (barras de refuerzo) a la sedimentación de los sólidos. Estas obstrucciones producen que el concreto que se encuentra sobre ellas se fisure y fomenta la formación de vacíos bajo las barras de refuerzo, de manera que podemos tener:

Fisuras sobre las barras de refuerzo cerca de la superficie de la sección. Fisuras en columnas esbeltas donde la sedimentación es prevenida por el arqueado del concreto producto del espacio reducido para el paso del concreto que puede ser agravado por la presencia de barras horizontales y fisuras en cambio de altura de la sección. Por otra parte, las fisuras por asentamientos en los soportes en condiciones estructurales indeterminadas se generan debido al inadecuado diseño de los soportes y fundaciones introducen esfuerzos flectores y cortantes en la estructura para los cuales pudieron o no haber sido diseñadas. En el último caso, estos esfuerzos adicionales podrían llevar a la formación de fisuras por flexión y por cortante. Se pueden observar principalmente cuando las estructuras que soportan

los elementos de concreto durante el tiempo de fraguado no poseen la resistencia adecuada para soportar las cargas aplicadas, lo cual puede generar pandeos, fisuras en el concreto fresco y deformaciones de los elementos.

Las fisuras por contracción y dilatación térmica se presentan en el proceso de hidratación y fraguado del concreto el cual genera una reacción química que emana calor el cual persiste por un tiempo considerado hasta que el elemento posea una temperatura estable y cercana a la atmosférica en su lugar de construcción, estos cambios de temperatura podrían generar fisuras, pero hipotéticamente no las genera. Las condiciones que se pueden dar para que el concreto pueda presentar fisuras de esta forma son, si el elemento vaciado se encuentra confinado entre dos elementos ya rígidos que no permitan su expansión y retracción evidente. También se pueden presentar cuando el elemento es sometido a temperaturas cambiantes sin que tenga la posibilidad de expandirse y retraerse, por lo tanto, se deben de colocar juntas que permitan dichos movimientos para evitar estas fisuras. Por otra parte, las fisuras por cargas difieren de las de contracción porque tienen mayor profundidad y aparecen con forma típica, razón por la cual es necesario comprobar las dimensiones de la fisura para establecer si son originadas por cargas y constituyen un problema estructural. Se pueden observar y detallar de la siguiente forma: cuando se presentan por compresión se observarán en dirección paralela al esfuerzo si es por tracción se evidenciarán de forma perpendicular al esfuerzo, cuando la fisura es por flexión se puede observar en las vigas en la parte inferior del centro de la luz y la parte superior de los apoyos, por cortante en forma inclinada cercana a

45 grados y por torsión en el perímetro del elemento de forma envolvente.

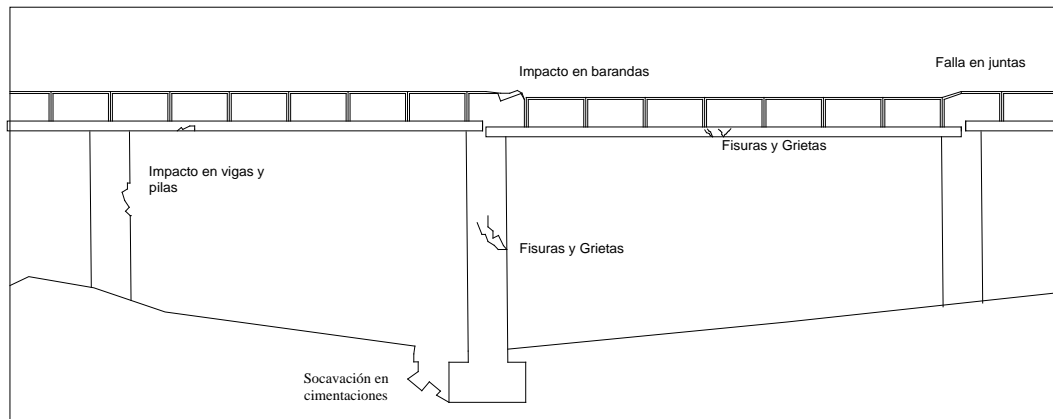


Figura 16 Fallas en estructura de concreto de puentes.

Fuente: Larrazabal 2017

2.2.5.3 Estructuras de acero

Las estructuras de acero son unas de las más funcionales y más eficientes, tienen un proceso constructivo relativamente rápido con mano de obra capacitada, son de fácil acceso en sus materiales a usar, al igual que su transporte. El acero es utilizado en grandes puentes a lo largo de la historia, en Venezuela es usado en puentes que se encuentren en zonas de difícil acceso, por la facilidad de este material de poder ser transportado y la estructura del puente ser dividida en diferentes partes y ensamblado en el lugar que sea necesario. Los puentes de acero son también usados en estructuras de grandes luces ya que son de bajo peso, al igual que en puentes colgantes, los puentes de acero en Venezuela son comunes en vías de comunicación no principales donde se necesita sortear obstáculos pequeños como puede ser el cauce de un riachuelo o algún accidente topográfico de poca magnitud. Pero de igual forma se presentan puentes de considerable magnitud generados por estructuras metálicas.

Las estructuras de acero en su estado óptimo no pueden presentar ningún tipo de corrosión a lo largo de sus elementos, también estos deben estar debidamente protegidas con pinturas anticorrosivas y que aíslen el material de los embates del medio ambiente que puedan generar cualquier tipo de daño sobre el mismo, no pueden presentar ningún tipo de deformación, grietas, aplastamiento, desgaste, colapso por colisión, etc. Estos daños pueden ser por corrosión generada

principalmente por la presencia de humedad constante en el acero, cercanía de la estructura al océano, contacto con químicos corrosivos, falta de protección del material contra los elementos externos al mismo, entre otros. La corrosión puede llegar a ser la principal debilidad de una estructura de acero ya que reduce el área gruesa del elemento y por lo tanto disminuye la rigidez del mismo, ocasionando una inestabilidad en la estructura en general al ser los puntos de corrosión lugares de debilidad dentro de los elementos de acero. Pero no menos importantes los daños por colisión, desgaste, rotura y grietas son de primordial importancia ya que son daños de mayor envergadura que afectan de una forma exponencial la estabilidad estructural de un puente y deben ser atendidos en la brevedad posible para garantizar la seguridad del puente. En las estructuras de acero es de gran importancia tener una inspección continua y detallada para poder conseguir mantener es buen estado y seguros a los puentes que tengan presencia de dicho material.

2.2.5.4 Estructuras madera

Las estructuras de madera tienen presencia en puentes antiguos principalmente, así como también en puentes ornamentales, esculturales, o puentes que en su arquitectura ameriten el uso de este material. En la actualidad son poco usados ya que necesitan un mantenimiento continuo y minucioso, además la vida útil de las estructuras de madera es mucho menor a la del acero o del concreto. La durabilidad natural de una madera viene dada por la resistencia natural que presenta frente al ataque de los hongos e insectos. La mayor o menor durabilidad de una madera depende del mayor o menor contenido de resinas, aceites, etc., que impregnan sus tejidos. Existen dos tipos de agentes de degradación de la madera, primero los agentes abióticos que son la humedad, el efecto contante de los rayos solares, los cambios bruscos de temperatura y el fuego y segundo los agentes bióticos como lo son los insectos, hongos y las bacterias. Los puentes de madera para estar en óptimas condiciones no deben de tener presencia de hongos ni de insectos que degraden los elementos del mismo, deben de tener una capa impregnada de algún aceite o resinas que aislé a la madera de los daños ocasionados por los agentes bióticos como abióticos, no debe de presentar ningún tipo de daño

por colisión o rotura en ninguno de sus elementos y debe de tener un mantenimiento rutinario para garantizar su buen funcionamiento y seguridad.

2.2.6 Inspección

“Se entiende como inspección al conjunto de acciones donde se hace una recopilación de información respecto al puente como historia, expedientes, inspecciones previas, etc., hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006). La inspección de un puente tiene como objetivos fundamentales, detectar las deficiencias existentes, fallas, deterioros, anomalías, etc., así como también, asegurar la continuidad del tráfico sobre la estructura sin que presente ningún riesgo estructural o al usuario, arrojando la inspección una serie de datos que puedan ser de uso posterior en una serie de acciones para corregirlas.

La inspección puede ser generada de distintas formas, puede ser una inspección inicial, inspección rutinaria, inspección de daños e inspección especial; donde la inspección inicial tiene como función primordial obtener una serie de información básica del puente, realizar un análisis que pueda arrojar el estado del puente para ese momento determinado y dar punto de partida a posteriores inspecciones y controles, luego la inspección rutinaria es realizada periódicamente donde se lleva un control total de la estructura observando la degradación del puente y al mismo tiempo generando un historial de eventualidades , para así poder tener conocimiento del estado del puente y accionar con planes de mantenimiento en el momento más oportuno. La inspección de daños genera una serie de datos específicos para dar inicio a acciones de reparación y de mantenimiento, garantizando de esta manera la seguridad del puente y de los usuarios que por el transiten, y en casos que se necesite una inspección más profunda y detallada la inspección especial utiliza tecnologías avanzadas para lograr arrojar los datos más específicos sobre la condición de cierto elemento.

La inspección a un puente debe proveer información necesaria, amplia y detallada, alertando sobre los riesgos encontrados y de esta forma obtener la seguridad del usuario y la integridad de las estructuras, teniendo una revisión constante para que pequeños problemas no se conviertan en costosas reparaciones.

Las enormes fuerzas de la naturaleza, el tráfico descontrolado y sobrecargado generan estragos en las estructuras de los puentes presentando defectos y deficiencias, los cuales deben de ser analizados y computados, es allí donde una inspección periódica puede dar conocimiento del estado real existente de cada uno de los elementos del puente, comparando dichos datos con los antecedentes del puente y de esta forma llegar a conclusiones de la degradación y deterioro dando una perspectiva de la seguridad que presenta el puente.

Los puentes en servicios deben ser evaluados constantemente por lo menos una (1) vez al año o cada 6 meses, buscando que la fecha a realizarla sea en época de poca precipitación para así de esta forma poder analizar el puente en su totalidad, desde indicios de socavación, que es la causa principal del colapso de un puente, hasta fallas de la carpeta de rodamiento. Los procedimientos son principalmente de aplicación visual dando un reconocimiento detallado de la estructura y su estado, para en caso de ser necesario, recomendar una posterior inspección con técnicas más avanzadas destructivas o no destructivas que darán resultados más específicos.

La persona a realizar una inspección deberá de poseer unos componentes de seguridad básicos como el casco, botas, guantes, lentes, etc., así como también una serie de herramientas que le puedan facilitar la inspección. Las herramientas a utilizar para ayudar en el proceso de inspección pueden ser, para limpieza como lo es un cepillo o una pala, también para ayuda visual entre los cuales pueden estar los binoculares, plomadas, niveles, vernier, espejos, metro, etc., estos ayudarán a tener una perspectiva mejor del elemento a analizar y su condición. De igual forma herramientas de documentación como una cámara fotográfica, libreta de campo, videocámara, laptop, etc., que permita realizar una captación de información para luego ser analizada y de ella generar conclusiones. Y de ser necesario otras herramientas como conos de plástico, triángulos, escaleras, arneses, poleas, cuerdas, chalecos salvavidas, correa de seguridad, pasarelas, radios, botiquín de primeros auxilios, martillo, etc., que faciliten la inspección y puedan ayudar a generar una documentación con datos más precisos y reales.

Toda inspección tiene una serie de acciones previas que garanticen la buena documentación de la persona a inspeccionar sobre la condición del puente, se debe

revisar los antecedentes de informes de inspección a fin de tener conocimiento de existencia de circunstancias especiales, como daños observados con anterioridad o elementos estructurales que necesiten una inspección más detallada. Entre las acciones que se deben realizar para la inspección a un puente están:

- Verificación de la ubicación y nombre del puente programado para la inspección.
- Tomar medidas de seguridad necesarias para la inspección.
- Realizar un mapeo fotográfico de identificación del puente.
- Documentación fotográfica de acceso al puente.
- Inspección y clasificación de la condición de cada uno de los componentes del puente (estribos, pilares, tablero, losas, vigas, diafragmas, elementos de acero, apoyos, juntas, carpeta de rodamiento, barandas, señalizaciones, accesos, taludes, defensas, cauce, etc.)
- Inspeccionar y clasificar taludes y obras de protección en los extremos del puente.
- Documentación fotográfica de todos los elementos del puente.
- Chequear y clasificar el estado de los pilares, apoyos, el cauce y la supraestructura.
- Realizar un mapeo fotográfico en elevación del puente donde se aprecie la infraestructura y la supraestructura, con dispositivo cámara.
- Generar una clasificación de la condición general del puente.

Y finalmente se debe rechequear que todos los elementos del puente fueron inspeccionados y que la documentación del levantamiento de información se encuentre completa y correctamente formulada.

Todo puente puede estar compuesto por distintos materiales constructivos en sus elementos estructurales, estos materiales pueden ser la madera, el concreto, el acero, el plástico, polímeros, fibras, etc., los cuales al ser inspeccionados se debe analizar sus causas o formas de deterioro. A la hora de inspeccionar un elemento compuesto de madera de debe de tener en cuenta que los deterioros pueden ser causados por el fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste, sobreesfuerzo, intemperie que genera daños de hongos y humedad, así como también esfuerzos de

flexión (pandeos), donde estos pueden ser analizados de forma visual o física. El análisis visual puede detectar cualquier humedad, pudrición, hongos, daño por parásitos, extrema flexión, grietas, etc., que deberán ser debidamente documentados en los reportes de inspección, y en los análisis físicos se usarán técnicas destructivas y no destructivas.

En los componentes de concreto se deberá realizar una inspección, teniendo en cuenta que las principales formas de deterioro que puede sufrir el concreto son las grietas, escamas, delaminación, descascaramiento, afloramiento, desgaste o abrasión, daños por colisión, sobrecarga, etc. Las grietas en el concreto son usualmente finas, pero pueden tener distintos espesores y ángulos, dependiendo de esto se podrá clasificar la gravedad de la misma tal como se observa en la tabla (2). Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales, las estructurales requieren de una atención inmediata y más en aquellas que estén presentes en elementos que puedan afectar la capacidad del puente. Las no estructurales son causadas por la expansión térmica y en algunos casos por la contracción en el proceso de fraguado. Estas grietas cuando están presentes en losas deben ser analizadas con especial cuidado ya que pueden permitir la filtración del agua y llevar a un deterioro de la armadura. También se puede presenciar un deterioro gradual y continuo en la superficie de contacto con el tránsito el cual podrá tener un daño ligero a grave, donde una inspección visual permite su observación y clasificación.

Al realizar la inspección en elementos compuestos por acero se debe de tener el conocimiento previo de sus posibles causas de deterioro las cuales podrán ser la corrosión, el agrietamiento, daños por colisión, sobrecargas, etc. La persona a inspeccionar deberá de observar con detenimiento cada una de las áreas donde se pueda presentar alguna fisura o agrietamiento, estas generalmente inician en las conexiones, en los extremos de las soldaduras o sobre un punto de un elemento para luego poderse generar su propagación a lo largo de la sección transversal, para luego presentarse la fractura del miembro. Las fisuras o grietas son uno de los daños más comunes en puentes de acero debido a la repetición de las cargas y las posibles flexiones que se puedan generar, de igual manera la corrosión está entre la forma de deterioro más común y teniendo mayor relevancia en zonas costeras. En

elementos de acero pintados el inspector deberá tener en cuenta que una rotura en la pintura acompañada por alguna mancha de oxidación indica la posible presencia de alguna grieta en el elemento, de sospechar la existencia de alguna fisura o grieta en el elemento se deberá limpiar el área y generar una observación más detallada para su posterior documentación. Los daños provocados por colisión vehicular que incluyan pérdida de sección, agrietamiento, pandeos, fracturas, etc., deberán ser analizados con mayor detalle e iniciar inmediatamente una evaluación estructural o del tipo necesaria que permita planificar posibles reparaciones. Por otra parte, los componentes que tienen correspondencia a la infraestructura y se encuentren sumergidos deberán de ser inspeccionados con equipos especiales.

La inspección de todos los componentes de un puente deberá ser realizado con un conocimiento previo de sus formas de deterioro, por lo cual se expresará a continuación algunas formas de deterioro en ciertos elementos de un puente:

- En los tableros de acero los defectos vienen principalmente dados por fisuras, en soldaduras, corrosión y conexiones sueltas o rotas, en tableros de madera los defectos más relevantes son el aplastamiento de la cubierta en los apoyos, daños por flexión como lo pueden ser fracturas, pandeo y grietas en zonas que se generen tensiones y pudrición que presenten humedad. Y en tableros de concreto los defectos que se pueden generar son desgastes, escama, delaminación, descascaramiento, grietas, corrosión en la armadura y daños por agentes químicos.
- En las juntas de un puente se pueden evidenciar daños por impacto vehicular, temperaturas extremas, acumulación de tierra y materiales no deseados. En el proceso de inspección se podrá determinar daños en juntas por escombros o tránsito cuando la junta sea dañada, los anclajes arrancados o removidos totalmente; de igual forma las temperaturas extremas generan en las juntas rupturas de la adherencia entre la junta y el tablero, siendo la función primordial de una junta soportar la expansión y contracción de la superestructura del puente.
- Los daños en los apoyos se podrán categorizar respecto al tipo de apoyo, el cual puede ser metálico o elastoméricos. Los apoyos metálicos pueden

presentar fallas cuando presentan corrosión, acumulación de escombros, etc. Por otra parte, los apoyos elastoméricos al momento de ser inspeccionados se tomará en cuenta daños por excesivo abultamiento, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento.

- En las cimentaciones al momento de inspeccionar se podrán observar sus posibles causas de falla que serán detectadas de forma indirecta a través de signos que presente la superestructura cuando los estribos, pilares y sistemas de apoyo presenten una gran variedad de defectos y deterioros observables o en forma de movimientos excesivos, fisuraciones, etc.
- En los estribos o pilares al ser inspeccionados debe de observarse defectos como lo pueden ser deterioro del concreto en la línea de agua, deterioro del concreto en la zona de apoyos, grietas en los estribos y pilares.
- En cuanto a las vigas, estos elementos al ser inspeccionados se deberán tomar en cuenta los materiales del cual están compuestos, si son de madera los defectos más comunes podrán ser rajaduras, roturas, ataque de insectos y hongos, humedad, aplastamiento en zonas de apoyo, perdida de conexiones entre otros. Si son vigas de acero al momento de inspeccionar se deberá observar oxidación bajo la zona de juntas de dilatación, oxidación en la viga, deterioro de la pintura, conexiones poco ajustadas, corrosión en remaches y pernos, fisuras en soldaduras y metal base, etc. Al ser vigas de concreto se deberá tener en cuenta a la hora de inspeccionar la desintegración de la losa de una viga de sección T, inoperancia de los aparatos de apoyo, exposición del acero de refuerzo por corrosión, grietas en los extremos de las vigas, etc.
- Los accesos al puente son de gran importancia ya que generan una conexión entre el puente y la vialidad, al ser inspeccionados se debe observar que la rampa de acceso este nivelada con el tablero del puente y no presente ningún tipo de huecos o baches, asentamiento o excesiva rugosidad. La junta entre la losa de aproximación y los estribos debe ser inspeccionada para comprobar su debida abertura y sello apropiado,

además también se deberá analizar el estado de los guardavías, los hombrillos, taludes y drenajes.

2.3 Definición de términos básicos

Acero de refuerzo: conjunto de barras, mallas o alambres que se colocan dentro del concreto para resistir esfuerzos con éste.

Arriostramiento: es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma. Estos elementos se llaman arriostres.

Barra: acero de refuerzo

Columna: miembro estructural utilizado principalmente para resistir cargas axiales, acompañadas o no de momentos flectores y que tiene una altura de por lo menos 3 veces su menor dimensión transversal.

Concreto: mezcla de cemento Portland o de cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Concreto reforzado: concreto estructural con porcentajes mínimos de acero de refuerzo, diseñado bajo la suposición de que los dos materiales actúan conjuntamente para resistir las sollicitaciones a las cuales está sometido.

Ductilidad: capacidad que tiene un elemento estructural para incursionar en el rango de las deformaciones inelásticas sin pérdida apreciable de su rigidez y resistencia.

Deformación: La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación o contracción térmica.

Elementos Estructurales: Elementos que soportan los esfuerzos y deformaciones que tiene una determinada estructura.

Viga: miembro estructural utilizado principalmente para resistir momento de flexión, momento de torsión y fuerza cortante.

Mantenimiento Rutinario: son aquellas acciones generalmente de menor envergadura, que pueden realizarse sin la necesidad de confección de planos específicos, resolviéndose con planos tipo o aun sin estos, bastando una lista de tareas cómputos métricos y especificaciones.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Con el objetivo principal de cumplir la presente investigación, el cual consiste básicamente en el desarrollo de un protocolo de inspección general y rutinaria de puentes vehiculares en Venezuela; el presente capítulo pretende explicar de qué manera se llevará a cabo lo antes expuesto y como se ha de concretar, entendiéndose que el marco metodológico representa el “cómo se realizará la investigación, muestra el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos” (Finol de Franco & Camacho, 2008)

3.1 Tipo de investigación

Un Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales según lo expresa (Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2002), en este sentido ya que el objetivo de esta investigación es la propuesta de un protocolo de inspección a puentes vehiculares, se considera que la misma es del tipo proyecto factible ofreciendo como resultado una solución al tema de la inspección a los puentes en Venezuela. De igual forma, en relación a la manera de abordar la problemática planteada en la presente investigación se puede decir que la misma, será una investigación del tipo descriptiva, definida como aquella que: “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (Arias, 2006; 24). Es importante destacar que a fin de proveer al lector de conclusiones claras y precisas, el tipo de investigación a realizar, permite observar y cuantificar de manera independiente, aquellas variables influyentes en el protocolo de inspección a puentes vehiculares, y así poder identificar su nivel de deterioro dentro de ciertos aspectos especificados.

3.2 Diseño de la investigación

“Es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental” (Arias, 2006). La estrategia adoptada en la presente investigación para la resolución del problema planteado inicia con la descripción y definición de todos los terminos que corresponden a la superestructura de un puente a fin de hacer visible como está estructurado en codiciones optimas, de esta manera será posible dectectar los distintos tipos fallas que se presenten y por consiguiente poder generar o desarrollar aquel protocolo de inspeccion a puentes y calificarlo según su estado en un momento determinado. Es importante destacar que en esta investigacion los datos serán extraidos directamente del puente en estudio lo cual se corresponde a un diseño de investigacion de campo en el cual “los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin intermediación de ninguna naturaleza” (Sabino , 1992).

3.3 Nivel de la Investigación

“El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenomeno u objeto de estudio”. (Arias, 2006). de acuerdo con ésto, el nivel del presente trabajo se corresponde al descriptivo, definido según (Tamayo y Tamayo , 2003) como aquel que comprende la “descripción, registro, analisis e interpretacion de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente”, de igual forma (Sabino , 1992) expresa que “una investigacion de nivel descriptivo su preocupación primordial radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes”. En relación a esto,

la actual investigación pretende profundizar en la descripción de todos los posibles fenómenos que puedan afectar a un puente vehicular analizarlos y generar conclusiones y recomendaciones específicas del estado del mismo.

De ésta manera, el manejo de información vigente para la fundamentación teórica y práctica de este trabajo investigativo le adjudica la validez y confiabilidad necesarias para representar un aporte académico relevante en materia de puentes en Venezuela.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

“Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (Arias, 2006). El ser humano desde el principio de los tiempos ha utilizado la observación, a través de sus sentidos de percepción para recolectar la información que considera importante en su aprendizaje y desarrollo, de la misma forma, el “percibir activamente de la realidad exterior con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como de interés para la investigación” (Sabino , 1992) constituye la mejor aplicación para la recolección de los datos que en el marco teórico del presente trabajo, se han constituido como los aspectos influyentes y determinantes en el desarrollo del protocolo de inspección a puentes vehiculares en Venezuela. Ahora bien, en función a la técnica, aparecen los instrumentos de recolección de datos necesarios para manejar y administrar la información obtenida, siendo éstos definidos como “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (Arias, 2006). En función a esto, gran parte de la información que se maneja en el presente trabajo ha sido adquirida por medio de recursos físicos de carácter bibliográfico, por otro lado, los dispositivos de manejo y administración de la información se corresponden a medios digitales y tecnológicos como lo son aquellos programas de almacenamiento de información y administración de datos.

3.5 Fases metodológicas

Con el fin de llevar a cabo una correcta metodología en la investigación, que permita al lector entender de manera secuencial y ordenada los pasos necesarios a seguir para la ejecución y consumación del objetivo principal del presente trabajo, se señalan a continuación, las fases en las que se desarrollara el tema en estudio:

Fase I: Describir los distintos tipos de Puentes, sus componentes estructurales, condiciones óptimas y formas de deterioro.

Es indispensable el conocimiento teórico en relación a lo que representa un puente, por lo tanto, es fundamental la descripción de sus elementos, componentes y partes, así como también sus condiciones óptimas y de deterioro para poder tener una base de conocimientos generales sobre el tema en estudio.

Fase II: Identificar los equipos necesarios para la inspección de los componentes estructurales y no estructurales de un puente.

La recolección de datos sin los equipos y herramientas adecuados para realizar la inspección a un puente se puede traducir en resultados erróneos o poco reales, razón por la cual, es indispensable la correcta identificación de todos los equipos y herramientas ideales para la inspección del puente que se desee inspeccionar, y con ello lograr tener resultados óptimos sobre los componentes estructurales y no estructurales del mismo.

Fase III: Elaborar una planilla de inspección visual basada en las características necesarias para la operatividad de un puente.

Bajo las circunstancias de la amplitud de elementos, componentes y partes que pueda presentar un puente, es necesario poseer una herramienta que permita generar de forma ordenada la inspección de cada uno de ellos, por esta razón, es primordial elaborar una planilla de inspección visual que permita recolectar toda la información necesaria, para obtener un resultado sobre la operatividad del puente.

Fase IV: Generar una metodología para para el llenado de la planilla de inspección visual.

El poseer la información general recolectada de la inspección visual de un puente no tiene ningún sentido, sin contar con una metodología que permita el análisis de los datos obtenidos para poder categorizar el estado de operatividad del mismo. Por lo tanto, es necesario generar dicha metodología para determinar la operatividad del puente bajo el análisis de los elementos plasmados en la planilla de inspección visual.

Fase V: Proponer un protocolo de inspección general y rutinario. Y aplicarlo al puente Las Josefina utilizando la planilla de inspección visual.

El procedimiento ordenado que se utilice para realizar la inspección visual de un puente, es de vital importancia para obtener resultados certeros sobre el estado de operatividad del mismo. Es por ello, que el objetivo general de esta investigación se dirige hacia la propuesta de un protocolo de inspección general y rutinario a ser aplicado en el puente Las Josefina y con ello determinar el estado de operatividad que éste pueda tener.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Luego de haber planteado el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo, haber realizado la investigación teórica y metodológica del mismo, es oportuno presentar el registro de los resultados obtenidos producto del desarrollo de cada fase definida durante el análisis metodológico del trabajo especial de grado.

4.1 Describir los distintos tipos de Puentes, condiciones óptimas y formas de deterioro.

A continuación, se presentan los distintos tipos de puentes presentes en la red vial venezolana, de igual forma se dará a conocer cuáles son sus condiciones óptimas y como puede ser afectado y deteriorado las mismas.

4.1.1 Tipos de puentes:

Dentro de cualquier red vial existe una cierta cantidad de accidentes topográficos, que deben ser sorteados para garantizar un flujo continuo y sin demoras del tránsito que por el circule, por lo cual, se deben implementar estructuras capaces de permitir la sustentación de la vialidad a lo largo del desnivel que se presente. Dichas estructuras son de tipo puente en su mayoría, las cuales pueden poseer distintas configuraciones estructurales y de materiales, que se emplean para sostener un tramo de vialidad y dar continuidad al sistema vial.

La red interconectada vial de Venezuela posee una gran diversidad de topografías, por lo cual es usual dentro de la misma sortear obstáculos implementando estructuras tipo puente. La red vial nacional es el medio de comunicación terrestre más importante del país, ya que es la más desarrollada, de igual forma se están realizando grandes proyectos ferroviarios los mismos necesitan de los puentes para poder mantener el recorrido más viable por las distintas topografías que se puedan presentar. Por otra parte, la vialidad vehicular es fundamental para el desarrollo de cualquier nación, ya que permite mantener una interconexión entre pueblos, ciudades y estados que generan un desarrollo a lo largo de las mismas.

Los puentes se pueden categorizar según su:

4.1.1.1 Estructura longitudinal:

- Puentes de tramo simple.
- Puentes de tramos múltiples.
- Puentes de tramo compensado.
- Puentes de tramo continuo.
- Puentes de pórticos sencillos.
- Puentes de ménsulas compensadas.
- Puentes de pórtico múltiple.
- Puentes de tramos ménsulas.
- Puentes de pórticos en TT.
- Puentes de arco atirantado.
- Puentes de arco tímpano.
- Puentes de arco de bielas
- Puente de arco atirantado.
- Puentes de tramo colgado. Entre otros.

Descripción grafica de cada puente según su estructura longitudinal (ver figura 3)

Existe una gran diversidad de puentes que varían en su estructura longitudinal, pero entre los más utilizados son:

1. Puentes de tramo simple: Este tipo de disposición es usual cuando se presente un desnivel de no muy grande longitud el cual puede ser sorteado con facilidad.
2. Tramos múltiples: Esta disposición es usada principalmente en viaductos, o en puentes que necesiten sortear un obstáculo de mayor longitud, pero al mismo tiempo manteniendo una simplicidad estructural.
3. Tramo compensado: Dicha disposición es utilizada para lograr un poco más de alcance longitudinal del que los límites de las pilas puedan proporcionar.

4. Tramo sencillo: está presente esta disposición longitudinal en una gran cantidad de pequeños puentes a nivel nacional.
5. También dentro de la red nacional se presentan todas las demás disposiciones longitudinales en puentes solo que no son utilizados en la mayoría de los puentes de la red nacional.

4.1.1.2 Estructura transversal:

- Tipo tablero de losa.
- Prefabricados.
- Tablero superior fabricado in situ.
- Tablero superior prefabricado.
- Sección cajón.
- Sección alveolar.
- Tablero inferior.
- Doble tablero.
- Vigas pretensadas, o fabricadas en sitio.

Cada estructura transversal es usada bajo los terminos de diseño y calculo que haya tomado en cuenta el ingeniero calculista. Donde cada disposicion o configuracion posee unas ventajas y desventajas posible, que son tomadas en cuenta al momento de realizar el diseño del puente en sí. Los puentes tienen una gran diversidad de configuraciones, ya que existe una gran cantidad de los mismos se puede encontrar una gran gama de puentes con estructuras transversales distintas. Pero, entre todas la mas usada en puentes de pequeña escala son los puente de viga y losa, donde ambos componentes estructurales pueden ser pretensados o postensados. (Ver figura 8,17,18,19 y 20)

Representacion grafica de algunos tipos puentes.

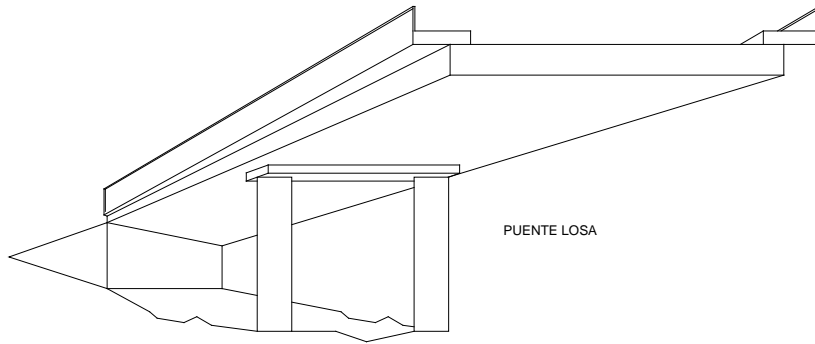


Figura 17 Puente tipo Losa.
Fuente: Larrazabal 2017

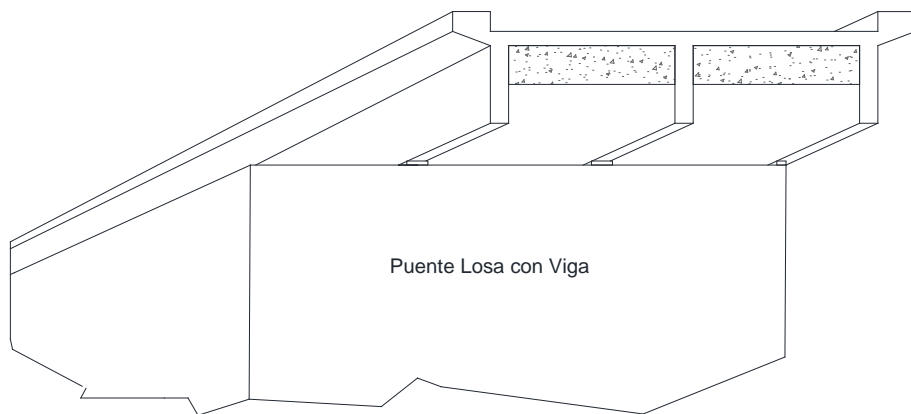


Figura 18 Puente Losa con Viga.
Fuente: Larrazabal 2017

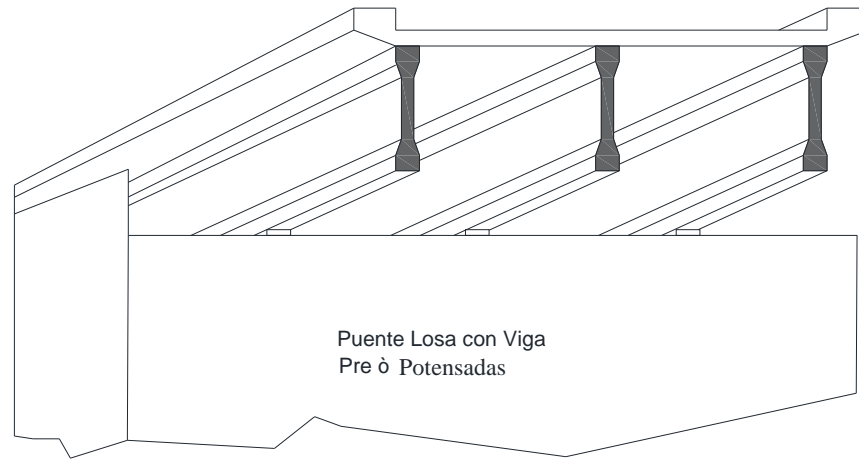


Figura 19 Puente Losa con Viga pre ò Potensada.
Fuente: Larrazabal 2017

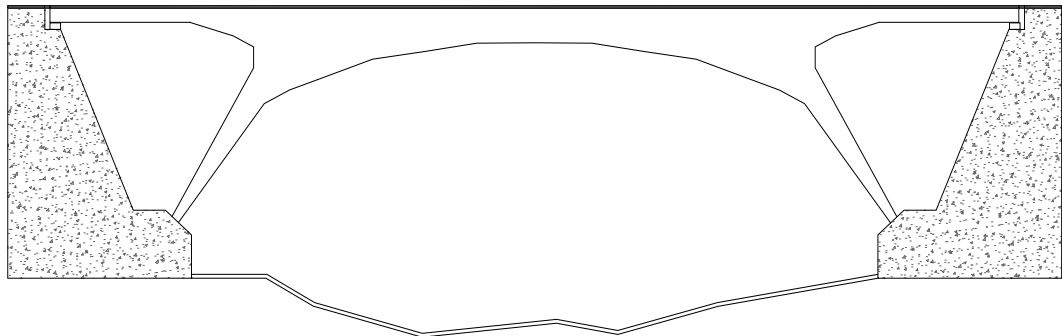


Figura 20 Puente Tipo Pórtico en arco.
Fuente: Larrazabal 2017

4.1.2 Condiciones óptimas y formas de deterioro.

Al puente ser una parte primordial para el buen funcionamiento de cualquier vialidad o medio de interconexión terrestre, es imperante mantener el buen estado de los mismos ya que cualquier forma de deterioro podría generar en cualquier progresiva del puente una fuente peligrosa de accidentes, por lo tanto, deben de estar en la mejor condición para garantizar la seguridad de los usuarios. Por otra parte, son conexiones que permiten la factibilidad del recorrido más directo en la red vial, al ser un sustento de la vialidad en cualquier accidente topográfico o grandes desniveles de terreno evita distorsionar el recorrido más viable y directo entre dos puntos a interconectar, y de tal forma reducir los gastos de inversión en dicha vialidad dependiendo del caso a estudiar.

Estas estructuras que permiten el buen funcionamiento de una red vial se encuentran a lo largo de la misma en varias ocasiones, serán colocados en los puntos de la vialidad que lo amerite, de tal forma pueden estar sometidos a distintos tipos de climas, solicitaciones, terrenos, etc. Por esto, la concepción y definición de la estructura que establece el ingeniero durante la fase de proyecto constituye el marco que condiciona el adecuado comportamiento desde una óptica meramente resistente y el entorno en el que se desarrollaran, en su caso, los posibles ataques y fallos relacionados con la durabilidad de la estructura, y también con el buen mantenimiento e inspección. “Por ello, la fase de concepción de la estructura cobra también una relevancia especial de cara a la consecución de una vida útil aceptable”. (Ministerio de Fomento, 2012). La vida útil de un puente es especificada por el ingeniero que calcula y diseña el mismo, generalmente tienen una vida de 40 a 50 años, donde en el transcurso de ese tiempo puede ser afectado por distintos episodios de deterioro sea constante o variable, el cual va disminuyendo la vida útil del mismo de no ser revertido el daño con un mantenimiento óptimo. (ver figura 21)

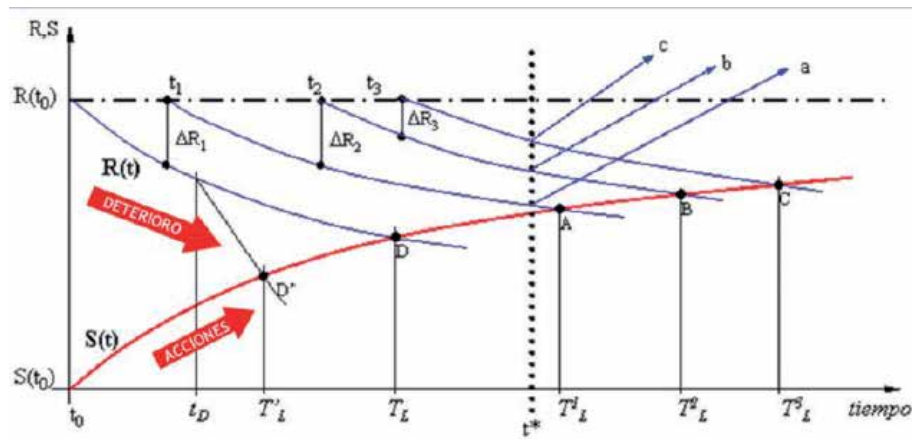


Figura 21 Vida útil de una estructura. Las líneas azules representan el índice de presentación y la línea roja, las solicitaciones. Los incrementos se corresponden con las intervenciones en las estructuras.

Fuente: Ministerio de Fomento, España, 2012.

4.1.2.1 Aspectos Asociados a la Tipología Estructural.

La influencia de la tipología estructural de un puente puede tener diversas influencias sobre aspectos relacionados con la durabilidad, entre los que pueden estar:

- La evacuación del agua fuera de la estructura.
- El número, tipología y disposición de las juntas.
- El número, tipología y disposición de los apoyos.
- La superficie total expuesta a un ambiente agresivo.
- La existencia de zonas de pequeño espesor con muchas solicitaciones.
- El detallado constructivo, principalmente en las zonas de las estructuras donde exista concentración de tensiones.
- Galibo mínimo insuficiente para las necesidades del puente. (ver figura 22)



Figura 22 Estructura con Problemas de Gálibo.

Fuente: Ministerio de Fomento, España, 2012.

4.1.2.2 Formas de deterioro.

Los puentes pueden ser afectados por una gran cantidad de efectos externos, aplicados por distintos factores como lo puede ser el clima, sobre carga, químicos, corrosión, sismo, exceso de tráfico, etc. Por lo tanto, un puente a lo largo de su vida útil va teniendo un deterioro continuo que debe ser inspeccionado y controlado para lograr un mantenimiento adecuado del mismo. Para lograr esto, se debe de tener conocimientos de cuáles podrían ser los causantes de deterioro en las zonas principales de inspección, como lo sería:

Deterioro en cimiento:

La mayor parte de las anomalías presentadas en cimientos se manifiestan en movimientos o asentamientos, y agrietamiento que afectan la subestructura y la superestructura del puente. Donde las formas de deterioro más comunes en cimientos son:

1. Arrastre y perdida de los elementos de protección, es decir, el deterioro de las protecciones debido a la acción directa del agua (socavación).

Donde la socavación es de vital importancia evitar y controlar, ya que ella podría conllevar a una desestabilización de la estructura del puente, y se puede

definir como una forma de erosión, que ocurre cuando la capacidad erosiva del agua como resultado de acontecimientos naturales o efectos antropogénicos, son superiores a la capacidad de los materiales de la tierra para resistir sus efectos. Esta hace referencia a la pérdida del material del lecho y márgenes de un cauce, debido a la capacidad de transporte asociada a un evento hidrológico. La reducción de este nivel respecto a un nivel de referencia es denominada profundidad de socavación y depende del tipo y tamaño de las partículas que conforman el lecho y la magnitud y duración del evento hidrológico. La determinación de la profundidad de este tipo de erosión, es un tema sumamente importante, pues, al construir un puente usualmente se reduce el cauce natural del sitio lo que causa el incremento en la velocidad de la corriente, por lo tanto, existe un mayor acarreo de partículas sólidas. Así la profundidad de desplante resulta ser menor que la original.

2. Otras anomalías en las cimentaciones que pueden provocar su asiento y que no tienen su origen en la degradación del material, pueden ser impactos de agentes externos o dislocaciones de la mampostería provocadas por el crecimiento de las raíces de árboles, abrasión del material ocasionado por el efecto del agua sobre las mismas.
3. La acción de las corrientes de agua sobre las cimentaciones puede llegar a provocar graves situaciones de inestabilidad de la estructura, como consecuencia de la formación de cavidades y la descompresión del terreno en el entorno de las bases del apoyo.



Figura 23 Socavación en Pilas.
Fuente: Ministerio de Fomento, España, 2012

INTERVENCIONES HUMANAS	Alteraciones del cauce (dragado, canalización, etc.)
	Extracciones de áridos
	Construcción de presas o embalses
	Utilización de la tierra (urbanización, deforestación, agricultura)
CAUSAS NATURALES	Cambios en el trazado del cauce
	Actividad tectónica/volcánica
	Fuego
	Cambio climático

Figura 24 Causas de la socavación a largo plazo.
Fuente: Ministerio de fomento, España, 2012

Deterioro en Estribos:

Los estribos son parte fundamental de la estabilidad de un puente y pueden ser afectados por distintos factores. El asentamiento vertical de un puente es consecuencia de defectos propios de la cimentación o por alteraciones del terreno debido principalmente a socavación, los asentamientos no uniformes del terreno en la base de los estribos provocan movimientos relativos entre zonas distintas de la misma cimentación, los cuales generan esfuerzos no previstos sobre los paramentos que tienden al agrietamiento. También los estribos pueden ser afectados por giros del mismo en sus ejes, donde el origen de este fenómeno es causado debido a

excentricidades en relación a la carga, empujes descompensados como a heterogeneidades del terreno. Estos empujes descompensados a su vez pueden ser generados por la excesiva sollicitación en los muros de contención donde por una compactación excesiva, infiltración en el relleno, drenajes defectuosos u otros, llegan a formar fisuras y hasta colapso de los mismos. Ver figura (23,24, 25,26,27,28 y 29)

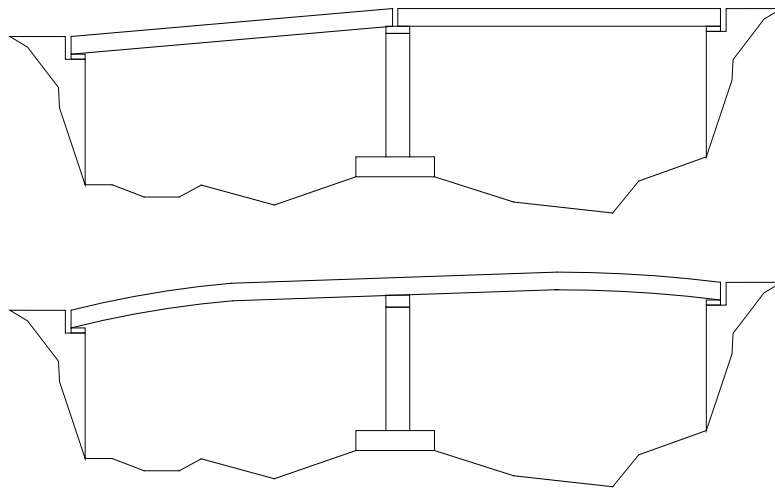


Figura 25 Efectos del descenso de estribo en una estructura Isostática e Hiperestática.

Fuente: Larrazabal, 2017.



Figura 26 Colapso muro de contención.

Fuente: e-veracruz.com

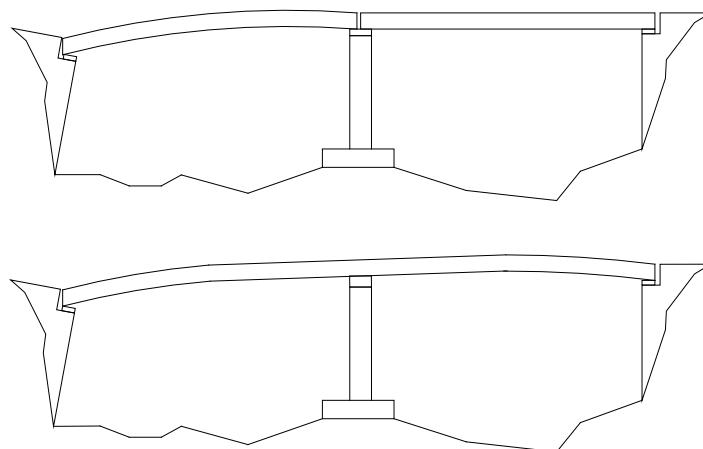


Figura 27 Efectos del descenso de estribo en una estructura Isostática e Hiperestática.

Fuente: Larrazabal, 2017.

Deterioro en Pilas:

Las pilas pueden ser deterioradas por efectos iguales o similares a los que comprometen las cimentaciones, las cuales pueden ser las patologías del propio material constructivo de la pila o un deficiente comportamiento estructural del elemento en sí ante las acciones que se le puedan ver aplicadas. Principalmente el deterioro en pilas se ve dado por, asentamientos del terreno como consecuencia de los defectos en la cimentación o por alteraciones del terreno, y el giro de los ejes de la pila generado por asentamientos diferenciales en las pilas por excentricidad en las cargas o por heterogeneidad en el terreno. De igual forma la socavación juega un papel importante en las fallas de las pilas.

Una figuración excesiva demuestra un deterioro grave en las pilas, los cuales pueden ser generadas por, esfuerzos de pandeo cuando los elementos son esbeltos lo cual los hace susceptibles a fallar, esta falla puede llegar a generar el colapso total de la estructura. También se pueden presentar fisuras por esfuerzos de compresión excesiva, el cual se manifiesta en pequeñas grietas finas y juntas a mitad del elemento, he indican el momento de rotura del elemento. De igual forma las fisuras se pueden originar por fuerzas cortantes en el elemento, lo cual es muy infrecuente debe destacarse por su gravedad, se genera en pilares muy esbeltos.

Entre otros causantes de fisuras están las generadas por colisión o impacto, donde las pilas están en especial vulnerabilidad debido al tráfico inferior en carreteras, ferrocarril, embarcaciones, etc.

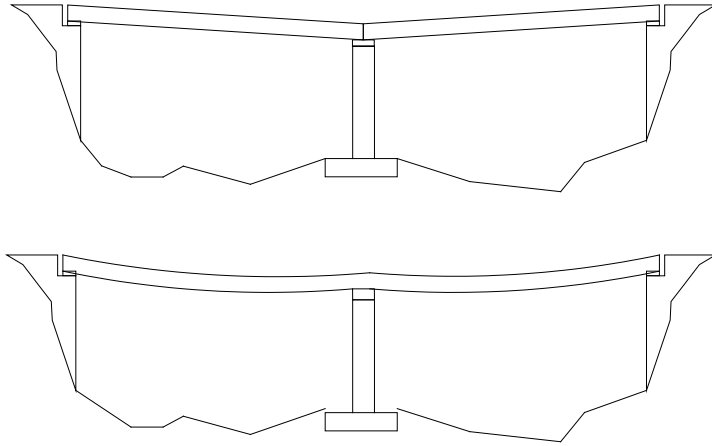


Figura 28 Asentamiento vertical en pilas, puente isostático e hiperestático.
Fuente: Larrazabal, 2017.

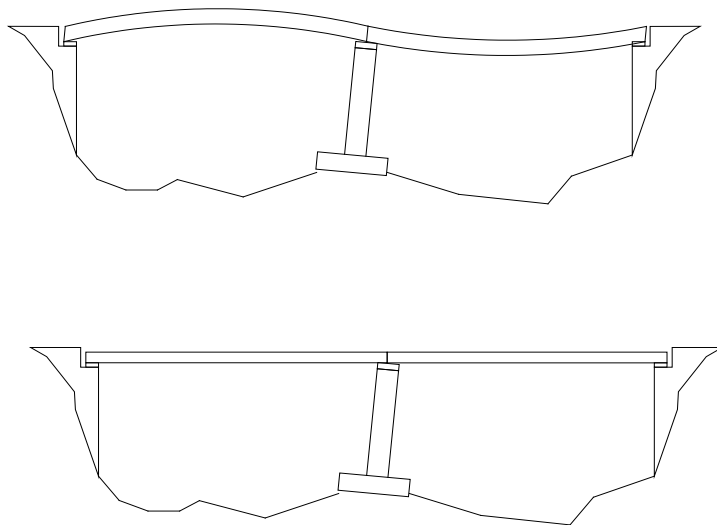


Figura 29 Giro transversal en pilas, puente isostático e hiperestático.
Fuente: Larrazabal, 2017.



Figura 30 Esquema de Figuración Típico en Pilas de hormigón armado tipo Pórtico.

Fuente: Ministerio de Fomento, España, 2012

Deterioro en Tablero:

Al ser una elevada superficie la que está expuesta a la atmosfera es susceptible a encontrarse con ambientes agresivos que puedan ir deteriorando dicha área, las contracciones y dilataciones por temperatura, el clima, etc., son algunos de los factores que puedan afectar a un tablero de un puente. Generalmente poseen un elevado número de apoyos, por lo cual es necesario un especial cuidado en los apoyos debido a que cualquier desenlace de un apoyo puede generar o introducir esfuerzos no previstos en la estructura del tablero y dar origen a fisuraciones. También se pueden generar fisuras por los excesivos esfuerzos de flexión aplicados al mismo o por una subestimación de la pérdida del pretensado en las vigas de carga. De igual forma, una sobre carga no prevista puede llegar a generar daños en el tablero y en toda la estructura del puente como tal. Ver figura (30 y 31)

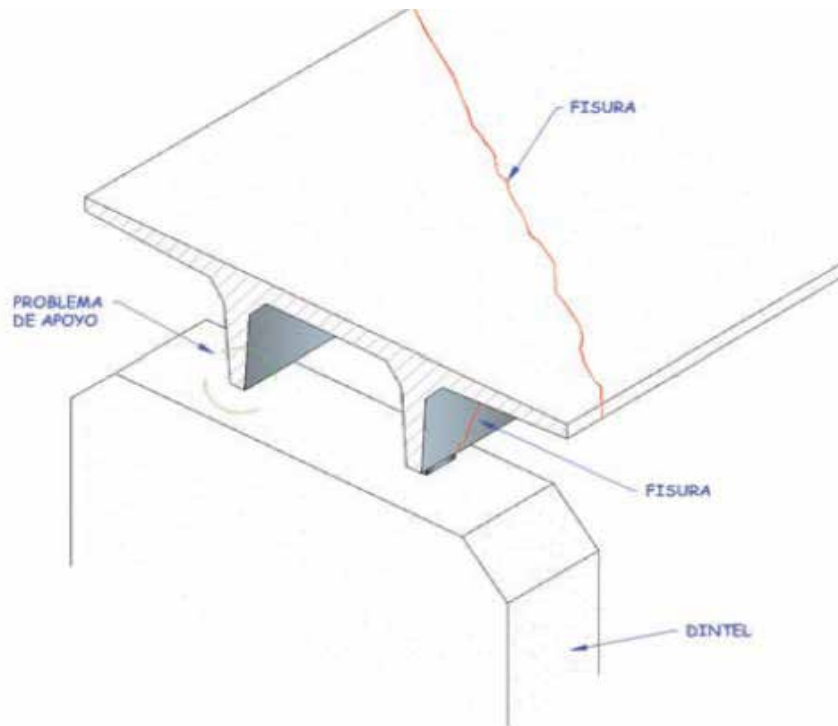


Figura 31 Fisuras debido a un descalce en un apoyo.

Fuente: Ministerio de Fomento, España, 2012

Deterioro en aparatos de apoyo:

Los defectos en los aparatos de apoyo pueden variar según sea el tipo de apoyo y el material utilizado en su fabricación, donde las formas de deterioro más comunes pueden ser, la degradación del material constitutivo por envejecimiento, defectos de fabricación, ataque químico, incendio, climatología extrema, etc. También se pueden ver afectados por el despegue del apoyo que es ocasionado cuando hay una falta de contacto entre la superficie de apoyo del propio aparato y el tablero. La pérdida de la posición teórica original del apoyo puede llegar a deteriorarlo por la aplicación de carga en áreas desiguales, este daño es originado por errores de replanteo y posicionamiento de los apoyos, hasta reptaciones de apoyos de neopreno zunchados. De igual forma, una excesiva compresión puede llegar a degenerar el aparato de apoyo, generando deformaciones verticales en el elastómero hasta su ruptura, puede ser causado por un error en el dimensionamiento del aparato de apoyo, error de fabricación, deficiencia en la calidad de los materiales empleados, etc.

De poseer el aparato de apoyo un exceso de deformaciones o movimientos podría evidentemente generar una falla en el mismo, dichas deformaciones se pueden presentar por pendientes excesivas, peralte excesivo y falta de cuña de nivelación, curvatura excesiva, esfuerzos horizontales excesivos, entre otros. Ver figura (32)

Todo lo antes expuesto puede generar la rotura del aparato de apoyo que concluyendo es generado por deformaciones excesivas, tensiones excesivas, golpes o impactos, falta de calidad en materiales, incorrecto proceso de fabricación deficiente puesta en obra, degradación del material, entre otros.



Figura 32 Rotura en el Aparato de apoyo.

Fuente: Ministerio de Fomento, España.

Otros elementos que forman parte de la estructura de un puente ya fueron definidos y explicados con anterioridad en dicha investigación, especificando tipo de deterioro y en diferentes materiales.

4.1.2.3 Condiciones óptimas

Todo puente debe estar en condiciones óptimas para poder garantizar la seguridad de los usuarios que por el transiten, siendo el sustento primordial de la vialidad a lo largo de un desnivel o accidente topográfico es fundamental para toda red vial, ya que al presentar alguna falla y clausurar su paso generaría una serie de inconvenientes y contratiempos que repercutan económicamente, socialmente, psicológicamente y demás en distintas áreas de la población, por lo tanto, es necesario mantener cada uno de ellos en excelentes condiciones en toda su

estructura para poder mantener el buen funcionamiento de cualquier vialidad. Anteriormente en este trabajo de investigación se hizo acotación a todas las condiciones óptimas que deben de tener todos los elementos de un puente vehicular, así como también, todas las formas de deterioro que se le podrían presentar. (Ver 2.2.5)

4.2 Identificar los equipos necesarios para la inspección de los componentes estructurales y no estructurales de un puente.

4.2.1 Equipo Humano.

El equipo humano va a ser el personal calificado para la realización de las inspecciones, el cual va a estar constituido por un ingeniero supervisor experto en estructuras, que coordine los trabajos y asuma la dirección técnica de los mismos. Es necesario que posea una experiencia necesaria para llevar a cabo dicha inspección, con conocimientos básicos en patología, inspección y reparación de estructuras. De igual forma, de ser un equipo de inspección a obras de mayor envergadura se anexaría un técnico de apoyo logístico.

De forma reducida se necesitaría:

- Un profesional o técnico previamente capacitado.
- Un ayudante.

4.2.2 Equipo Materiales.

Los materiales para realizar una inspección son indispensables para poder hacer un análisis a la estructura de forma sensata y lo más exacta posible, de pendiendo de la zona donde se encuentre el puente se necesitarán una serie de materiales y herramientas, a continuación, se nombra una serie de ellas:

. -Para el personal (equipos de seguridad y salud)

- Chaleco o abrigo reflectante.
- Casco.
- Botas de seguridad impermeables.
- Arnés de protección antiácidas.
- Ropa de lluvia.
- Gorra.
- Vehículo.

. -Otros materiales que puedan llegar a ser necesarios para realizar una inspección lo más amplia posible.

- Cuaderno de anotaciones y fichas de campo (Tablet o laptop)
 - Cámara fotográfica.
 - Tizas de colores.
 - Vernier.
 - Cinta métrica.
 - Lupas.
 - Binoculares.
 - Plomadas.
 - Cuerdas.
 - Nivel de carpintero de 1 metro.
 - Escalera
 - Linternas y/o sistemas complementarios de iluminación.
 - Martillo.
 - Conos de señalización.
 - Botiquín de primeros auxilios.
 - Teléfono móvil.
- . – Documentación necesaria previa a la inspección.
- Lista de los puentes a inspeccionar.
 - Fichas y croquis de inventario y resultados de la anterior inspección (de existir).
 - Guía para la realización de la inspección.
 - Planilla de inspección a estructuras tipo puente que abarque datos generales, evaluación a elementos, observaciones y fotografías.

4.3 Elaborar una planilla de inspección visual basada en las características necesarias para la operatividad de un puente.

Para generar una inspección se debe de tener unos conocimientos mínimos necesarios sobre lo que significa un puente y sus componentes, así como también poseer una serie de instrumentos que sean de apoyo al personal que inspecciona para así de esta forma evitar el error humano, siendo el error humano en este caso, olvidar inspeccionar un área del puente. Por lo tanto, es fundamental poseer un paso a paso que sirva de guía y genere resultados a lo largo de una inspección, esto puede ser logrado aplicando una planilla de inspección a puentes, donde se tomen en cuenta todos los posibles casos de estudio en el mismo. Esta planilla al ser generada para una inspección visual primaria es necesario que abarque todos los puntos de un puente que puedan ser inspeccionado de esta manera, y además dejando plasmado una serie de observaciones que sirvan de guía para un futuro mantenimiento o inspección especializada. De esta forma, una planilla de inspección visual es fundamental y necesaria para realizar dicha inspección con éxito.

4.3.1 Elaboración de la planilla

Esta planilla fue elaborada pensando en todos los posibles casos que se puedan apreciar en los puentes de vehiculares de Venezuela. Generando una matriz de inspección que permita al personal inspector ser guiado a través de la misma y de la inspección en sí, donde cada elemento estructural es inspeccionado y calificado según su condición, permitiendo elegir el material del cual esté compuesto. La planilla lleva un recorrido desde la ubicación del puente hasta, los resultados arrojados de la inspección a través de la misma. Es importante acotar que en Venezuela existe una gran variedad de tipologías estructurales específicamente hablando en puentes, por lo tanto, la planilla debe de permitir abarcar la mayoría de estos sin ver afectado el resultado final de la inspección, por lo cual, se podrán observar una serie de elementos estructurales que son los más comunes en puentes vehiculares, así como también algunos elementos que puede existir la posibilidad que se encuentren en los mismos. Ya que la finalidad de esta planilla es poder ser un apoyo para el inspector en el proceso de inspección de cualquier puente es

importante tener en cuenta cualquier posibilidad de aplicación. De igual forma, la tecnología actualmente es de vital importancia, por lo cual, la planilla ha sido programada mediante el uso de la aplicación Excel, para de esta forma de haber la posibilidad de generar la inspección inicialmente, con una herramienta electrónica que garantice el adecuado uso de dichas hojas de inspección, permita tener un recorrido por la planilla mucho más visual y didáctica, dando al mismo tiempo los resultados de forma inmediata. Pero también, accede el uso de la misma de forma física para luego mediante el uso de un computador, vaciar la información de la inspección y generar los resultados. Es vital el uso de forma física como digital, para así tener un sustento de la inspección realizada, y permitir cualquier futura consulta de la misma.

4.3.1.1 Proceso de elaboración.

La planilla está elaborada con el fin de poder ser una herramienta de inspección que genere una serie de resultados de los cuales se puedan dar conclusiones sobre el estado del puente, donde se deben de tomar en cuenta cualquier posibilidad de inspección. Inicialmente en la planilla se generó unos recuadros que puedan identificar la fecha de inspección y por quien fue realizada, para así dar sustento de la misma.

Luego se presenta un área donde te permite ubicar el puente en una zona geográfica, dando la ubicación teórica del puente, el nombre, vialidad a la cual da servicio y sobre que río, quebrada, carretera o línea férrea, etc., da servicio. De igual forma se toma en cuenta la posibilidad de no acceder a la ubicación teórica del puente por pérdida de información o imposibilidad de conseguirla, por lo cual, se genera un área donde te permite ubicar el puente desde un punto de referencia y dar su distancia desde el mismo hasta el puente, para así de esta forma por cualquier medio poseer una ubicación lo más precisa posible del puente en estudio.

Posteriormente se presenta un área donde se debe catalogar de forma general el puente, lo cual exige dar información sobre, la tipología estructural, su longitud, número de carriles, tipo de tráfico, ancho de calzada, entre otros. Para de esta forma, poseer unas características físicas del puente y tener constancia de la realidad estructural del puente para ese momento determina, y así tener un registro de las

características físicas del mismo. Consecutivamente, se presenta el inicio de la inspección estructural como tal, la cual se subdivide en la superestructura y la infraestructura, ya que son dos áreas de la estructura que deberían de ser inspeccionadas por separado por su grado de importancia y cantidad de zonas a analizar.

Primero se observará el área de inspección a superestructura, donde serán analizados la calzada, las vigas y los apoyos del puente. La calzada se subdivide en una gran cantidad de elementos que deben ser inspeccionados como lo son: el tablero, la carpeta de rodamiento, el rallado de seguridad, las barreras y barandas, las juntas, entre otras. Donde la planilla permite a cada una de ellas seleccionar el material del cual está compuesto y su condición para ese momento determinado de la inspección, de igual forma se presenta un área en la panilla que te permite de forma más detallada dejar constancia de las observaciones que sean pertinentes de cada elemento estructural.

La condición de los elementos será categorizada dentro de una escala de 4 elementos que representan 4 colores, tomando en cuenta la escala de colores utilizada como si fuera un semáforo, y así de esta forma se aprovecha esta analogía que es conocida por cada uno de nosotros y nos permite señalarnos la condición del puente, como también asimismo tener de forma visual la condición de cada elemento. La escala es la siguiente: E= Excelente, color Azul. B= Bueno, color Verde. R= Regular, color Amarillo. D= Deteriorado, color Rojo.

Tabla 3 Escala de deterioros, Tipo semáforo.

E: Excelente	B: Bueno
R: Regular	D: Deteriorado

Fuente: Larrazabal, 2017

Esta misma metodología de inspección es aplicada para todos los elementos a inspeccionar que se presentan en la planilla. También se generó un área al final de la inspección a la superestructura donde se debe ejemplificar mediante un croquis

el puente, para así de esta forma tener una noción de lo que el ingeniero inspector toma en cuenta en la inspección como tal.

Luego de la inspección a la superestructura se presenta la inspección a la infraestructura, siendo la infraestructura fundamental, ya que es el sustento de cualquier puente, por lo cual, debe ser inspeccionado con gran certeza. En la planilla en el área de inspección a infraestructura se podrá observar una serie de elementos que conforman la misma, como los es, los estribos, los pilares o pilas, los muros de vuelta o de ala, las fundaciones, entre otras. Las cuáles serán analizadas bajo el mismo concepto de elección de material y condición en la cual está bajo la analogía semáforo. De forma continua a la inspección se generaron una serie de preguntas que tienen como fin guiar al inspector por ciertas formas de deterioro que se puedan encontrar en la infraestructura de forma detallada fuera de cada elemento, el cual esta forma de deterioro podría afectar más de un elemento. Tomando en cuenta dentro de estas preguntas la existencia de asentamientos, grietas o fisuras, corrosión, socavación entre otros, las cuales deben ser respondidas de forma afirmativa o negativa, agregando el lugar donde se encuentra y su magnitud.

De igual forma en el área de inspección a la infraestructura se presenta una zona de observaciones donde debe de ser plasmado todo lo concerniente a los detalles importantes de la inspección y especificar deterioros observados, así como también cada elemento a inspeccionas posee un numero de ítem el cual ha sido colocado con el fin, de al momento de generar una observación sobre algún elemento en específico colocar el número de ítem y así correlacionar la observación con el elemento, esto con el fin de hacer la planilla lo más didáctica posible y de fácil entendimiento. Esta planilla fue elaborada con el fin de que cualquier persona con el conocimiento necesario sobre puentes pueda realizar una inspección al mismo, el inspector debe de ser como mínimo ingeniero civil con conocimientos en puentes, o alguna persona que se haya especializado en el área, con el fin de sacar el mayor provecho a la planilla y generar una inspección satisfactoria. Por lo tanto, esta planilla generada en este trabajo de grado es única, y tienen como visión ser utilizada para preservar el buen mantenimiento y por consecuencia el buen estado de servicio de los puentes en la red vial vehicular venezolana.

4.3.1.2 La Planilla

Tabla 4 Planilla de inspección pág. °1

Planilla de Inspección General y Rutinaria de Puentes Vehiculares.

Pág. 1 de 5

Fecha de Inspección		Inspeccionado por			
Datos de Ubicación del Puesto					
Estado	Ciudad	Ubicación	Municipio		
Nombre del Puesto		Ubicación			
Punto de Referencia					
Km desde pto. de Ref.		Sobre(*)			
Vialidad a la que da servicio		Coordenadas			
Datos Generales Del Puesto					
Tipología Estructural	Longitud (m)	Núm. De Carriles			
Tipo de servicio					
Tipo de tráfico			Ancho de Calzada (m)		
Condiciones Ambientales					
Año de Construcción		Última Inspección (dd/mm/aa)	Ancho de Hombrillo (m)		
Fecha de último mantenimiento					
INSPECCION DE SUPERESTRUCTURA					
CALZADA (1)		Ancho _____ (m)		Condición	
Tablero (1.1)		Carpeta de Rodamiento (1.2)		E: Excelente B: Bueno	
Material	Condición	Material	Condición	R: Regular D: Deteriorado	
Concreto		Concreto		ITEM ↓ Observaciones ↓	
Losetas-Viguetas		Asfalto			
Acero		Gravilla			
Madera		Tierra			
Otro:		Acero corrugado			
Rallado de seguridad (1.3)		Barreras o Barandas (1.4)			
Existe?	Si: No:	Existe?	Si: No:		
Condición		Tipo		Condición	
Juntas (1.5)		Desagües (1.8)			
Longitudinales	Condición	φ _____ (cm)			
Transversales		sep. _____ (m)			
Otro:		PVC			
Guarda Rueda (1.6)		H. Galvanizado			
Material	Condición	Si: No:			
Concreto		Ancho (m)			
Acero					
Madera					
Otro:					
Hombrillo (1.7)		Saliente inferior			
Material	Condición	Si: No:			
Concreto		Ancho (m)			
Acero					
Asfalto		Cond.:			
Otro:					
(*) : sobre qué río, quebrada, carretera, line férrea, etc.					

Fuente: Larrazabal, 2017.

Tabla 6 Planilla de inspección pág. 93

Planilla de Inspección General y Rutinaria
de Puentes Vehiculares.

Pág. 3 de 5

INSPECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA (4)					
Estribos (4.1)		Pilares o Pilas (4.2)		Condición	
Material	Condición	Material	Condición	E: Excelente	B: Bueno
Concreto Armado		Concreto Armado		R: Regular	D: Deteriorado
Acero		Acero			
Mampostería		Mampostería			
Otros:		Otros:		ITEM ↓	Observaciones ↓
Muros de vuelta o Ala (4.3)		Protección en Taludes (4.4)			
Material	Condición	Material	Condición		
Concreto Armado		Conc. Armado			
Acero		Losas Pre. Fab.			
Mampostería		Piedra			
Otros:		Arbustos			
Losas de acceso (4.5)		Geo-textil			
Largo (m)		Muro- Pantalla			
Ancho (m)		Muro			
Material	Condición	Fundaciones (4.6)			
Concreto		Material	Condición		
Asfalto					
Gravilla					
Tierra		Especificar de ser visible			
Las siguientes preguntas deben ser respondidas en el área de observaciones, indicando la pregunta a responder					
(4.7) ¿Se presentan asentamientos o deformaciones en algunos de los elementos inspeccionados?			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.8) ¿Se presentan grietas y/o fisuras en el cuerpo de algunos de los elementos inspeccionados?			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.9) ¿Se presentan delaminación o pérdida del recubrimiento en algunos de los elementos inspeccionados?			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.10) ¿Se presentan Corrosión en algunos de los elementos inspeccionados? De ser el elemento de acero.			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.11) ¿Se presenta Socavación en Fundaciones, Estribos, Pilas y otros elementos inspeccionados?			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.12) ¿Se presenta algún tipo de Erosión en losas de accesos y taludes?			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.13) ¿Se presenta algún tipo de inconsistencia en el cauce? ¿se requiere mantenimiento de la zona inferior del puente?			¿SI? ¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		

Fuente: Larrazabal, 2017.

Dicha planilla consta de 5 páginas donde se engloban todos los aspectos a considerar en una inspección a puentes vehiculares en Venezuela, especificando que dicha inspección es primaria, es decir, es una inspección que será realizada de forma visual y de ahí se tomaran conclusiones pertinentes, como lo puede ser recomendada una inspección especializada o algún mantenimiento en específico. De igual forma, la planilla tiene una configuración que por medio de ella se guiará la inspección con gran facilidad, y de tener la posibilidad de realizar la inspección con la utilización de la planilla de forma digital, la misma posee una programación que permite su utilización de manera fácil, práctica y eficiente.

4.4 Generar una metodología para el llenado de la planilla de inspección visual.

Al ser una propuesta de planilla completamente única, es necesario realizar una metodología que permita al usuario generar un llenado de la forma correcta, además de aclarar el contenido de la planilla. Ya que una inspección puede ser realizada por un profesional con más de 30 años de experiencia como de igual forma la puede realizar un profesional incursionando en los inicios de su vida profesional, pero con los conocimientos básicos necesarios para realizar dicha acción, es necesario generar una metodología que pueda dar entendimiento y ubicar al usuario dentro de la planilla propuesta, para así de esta manera lograr una inspección con éxito y fluida, y así el inspector no tenga ninguna duda sobre el llenado de la misma. De igual forma la planilla propuesta posee una organización que lleva al usuario de forma visual y didáctica a su llenado.

Por lo tanto, a continuación, se explicará de forma minuciosa y ordenada el significado de cada casilla, como introducir los datos de forma correcta y el procedimiento de llenado de la misma.

4.4.1 Área de identificación de la inspección.

Esta área dispuesta dentro de la planilla es de suma importancia ya que permite dar una ubicación en el tiempo y además permite identificar a la inspección. Siendo esto de gran importancia ya que una inspección lleva una gran responsabilidad al ser realizada.

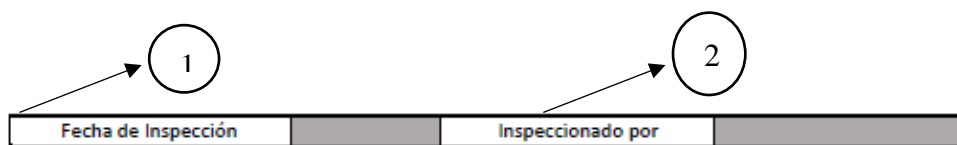


Figura 33 Metodología Parte 1.

Fuente: Larrazabal, 2017.

1-. La casilla “fecha de inspección” es de vital importancia porque permite dejar plasmado el día, mes y año en el cual fue realizada la inspección. En el recuadro que se encuentra relleno de color gris oscuro (es el área de llenado que está dispuesta para dar respuesta a lo consultado, esto se aplica a lo largo de toda la planilla.) debe de colocar el día, mes y año en el cual fue realizada la inspección.

2-. La casilla “inspeccionada por” dará constancia de que la inspección fue realizada por un profesional y además dejara constancia de la persona que la realizo, siendo esta persona responsable de dicha inspección para ese momento determinado. En el área de llenado debe de colocar el nombre completo del inspector. (ver figura 33)

4.4.2 Área de Ubicación geográfica del puente en estudio.

En esta área dispuesta dentro de la planilla se podrá dar una ubicación precisa del puente en estudio.

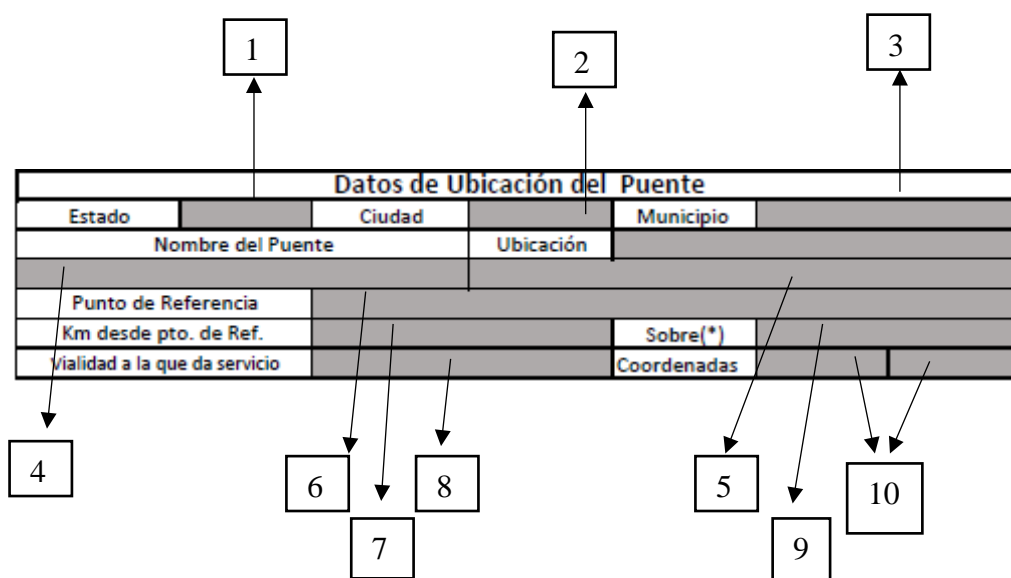


Figura 34 Metodología Parte 2.

Fuente: Larrazabal, 2017.

1-. Esta casilla está dispuesta para dar la ubicación regional del puente, es decir, debe proporcionar de forma correcta la ubicación a nivel regional indicando en qué estado del país está ubicado dicho puente. (El área de llenado es la casilla que se encuentra sombreada de color gris oscuro, esto se aplicará en toda la planilla.)

2-. La casilla número 2 que se encuentra en el área de ubicación del puente, tiene como finalidad al igual que la primera, dar una ubicación geográfica, en dicha casilla se debe proporcionar el nombre de la ciudad en la cual presta servicio el puente, de igual forma de estar fuera de los límites de la ciudad, nombrar el pueblo, caserío o zona donde se encuentre.

3-. Se debe proporcionar en esta casilla la información referente al municipio en el cual se encuentra ubicado el puente, siempre y cuando se encuentre en las inmediaciones de algún municipio. De lo contrario nombrar la zona en la cual se encuentre.

4-. En esta casilla se debe introducir el nombre que posee el puente, el cual debe de estar plasmado en alguna de las vigas o componentes estructurales, de no ser así, diríjase a la oficina de catastro que regule la zona donde está ubicada el puente y consulte el nombre del mismo.

5-. En dicha casilla de debe proporcionar de forma general la ubicación del puente, dando información de relevancia para validar y dar guía sobre el sitio donde está construido el puente.

6-. La casilla “Punto de referencia” tiene como fin dar una ubicación del puente respecto a alguna estructura o lugar de mayor conocimiento, para de esta forma poder corroborar la ubicación del mismo. Se debe proporcionar algún punto de mayor conocimiento social que se encuentre cerca del puente estudio y de esta forma funcione como referencia geográfica del mismo.

7-. Se debe introducir en esta casilla la distancia medida en kilómetros o metros, respecto a la ubicación del puente y el punto de referencia proporcionado. Dicha distancia debe ser medida en las vías existentes que confluyen al puente.

8-. En esta casilla se busca dar una ubicación respecto a la vialidad que por el puente transite, para de esta forma corroborar nuevamente el paradero del puente. Por lo tanto, se debe plasmar en dicha casilla el nombre de la vialidad que sobre el puente transita y da servicio.

9-. En dicha casilla se debe dar el nombre del río, cauce, vía férrea, carretera, etc., que está por debajo del puente, es decir, nombra que accidente topográfico está ayudando a sortear el puente.

10-. La casilla “coordenadas” tiene como finalidad dar una ubicación exacta del puente, al proporcionar las coordenadas de la ubicación del mismo. Dichas coordenadas pueden ser extraídas fácilmente de un GPS que posea cualquier dispositivo.

4.4.3 Área referente a Datos Generales del Puente en estudio.

En esta área que esta propuesta dentro de la planilla de inspección de puentes vehiculares en Venezuela se buscar dar información de los datos generales del puente, siendo un esbozo general del puente y de esta forma queden plasmados datos que son de relevancia dentro de una inspección de este tipo.

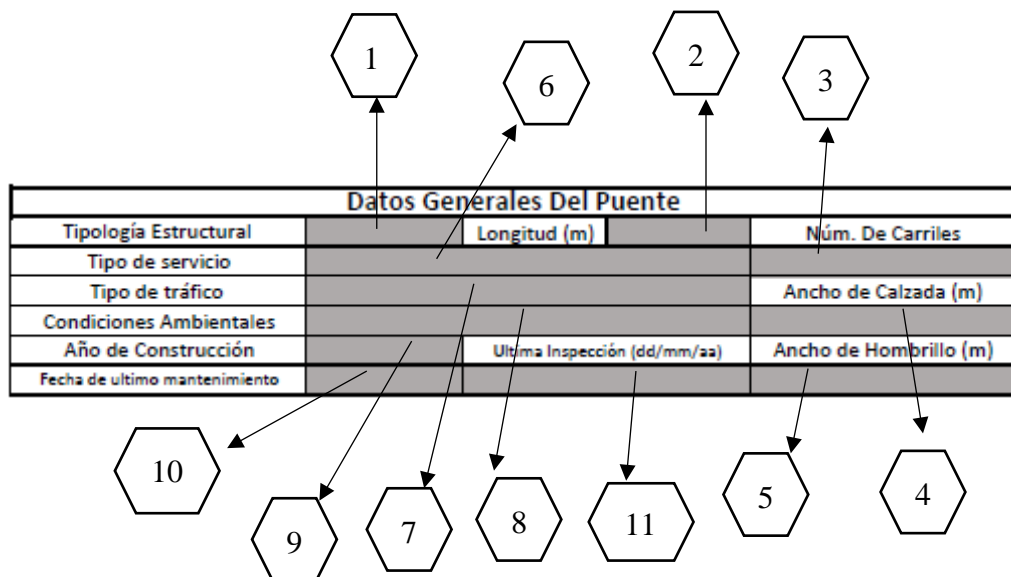


Figura 35 Metodología Parte 3.

Fuente: Larrazabal, 2017.

1-. La tipología de estructura es una información básica que se debe de tener en la planilla de inspección, ya que con ella queda evidenciado el tipo de estructura

que conforma el puente, además, al saber el tipo de estructura y el deterioro que posee se pueden llegar a conclusiones más exactas ya que dependiendo del tipo de puente los esfuerzos pueden verse distribuidos de distinta manera. (Ver figura 35) En la casilla que esta sombreada en un color gris oscuro se dispuso para las respuestas, esto se aplicara en toda la planilla, por lo tanto, ahí se debe de colocar la tipología de estructura del puente en estudio, lo cual puede ser como medio de ejemplo un puente tipo pórtico, tipo bóveda, etc., los cuales han sido previamente especificados (Ver Capítulo II).

2-. En esta casilla se debe proporcionar la longitud que posee el puente longitudinalmente, es decir, la longitud que posee de apoyo a apoyo, o de estribo a estribo, etc. Dicha longitud debe ser expresada en metros.

3-. Esta casilla permite tener un control del número de carriles que posee la calzada, en el cual no se debe de tomar en cuenta el hombrillo, al proporcionar el número de carriles se podrá estimar el nivel de tránsito que pueda estar soportando el puente en estudio. Por lo tanto, en la casilla de respuesta debe de colocar el número de carriles exonerando el hombrillo.

4-. Al incluir el ancho de calzada ya se podrá saber las dimensiones transversales que posee el puente, y de igual forma el espacio sobrante entre la calzada y los carriles de existir. Entonces, en dicha casilla se debe de plasmar el ancho de calzada que posee el puente expresado en metros.

5-. El ancho del hombrillo es de vital importancia ya que es el que proporciona un espacio extra dentro del puente que permite que cualquier vehículo que posea un desperfecto salga de la vía de tránsito. En la casilla correspondiente se debe colocar el ancho útil del hombrillo expresado en metros.

6-. En la casilla “tipo de servicio” debe proporcionar lo referente al tipo de vehículo que, por el puente de vida, donde puede existir un mayor tráfico de vehículos pesados exigiendo el puente a sus límites, y un tráfico de vehículos livianos dejando una holgura resistente en el puente. Por lo tanto, se debe de colocar el tipo de servicio sea vehículo pesado, liviano o mixto que por el puente transite.

7-. En la casilla “tipo de tráfico” se debe proporcionar la información necesaria sobre qué tipo de tráfico frecuenta el puente, es decir qué nivel tráfico que

tiene como solicitud el mismo. Donde puede ser un tipo de tráfico alto, cuando existe un tránsito continuo y denso, y un tráfico bajo cuando el tránsito es mínimo. Por lo tanto, en la casilla de respuesta debe expresar el tipo de tráfico al cual está siendo solicitado el puente.

8-. La casilla “condiciones ambientales” es primordial ya que depende de donde esté ubicado el puente, puede estar sometido a distintos deterioros ocasionados por efectos del clima, lo cual puede verse de distintas maneras en el puente. Es decir, un puente puede verse deteriorado de distintas maneras por el ambiente, donde un puente ubicado en zona costera, en desierto, en bosque, en nieve, etc., serán deteriorados de distintas maneras. Por lo tanto, en la casilla de respuesta debe de expresar el tipo de ambiente al cual está sometido el puente los cuales pueden ser: lluvioso, desértico, costero, nevado, etc.

9-. El año de construcción debe estar incluido en la planilla, ya que mediante este se puede conocer el tiempo de vida útil que posee el puente. En la casilla de respuesta colocar el año en el cual fue construido el puente.

10-. Los mantenimientos son de vital importancia para preservar la vida útil de un puente, además, de brindar el estado óptimo del mismo a los usuarios que por el tránsito y garantizarles su seguridad. Por lo tanto, de poseer la información del último mantenimiento realizado proporcionar la fecha, en caso contrario colocar “no hay registro”.

11-. En esta casilla debe de proporcionar la fecha de la última inspección realizada, de existir dicha inspección, en la negativa colocar “NO”

4.4.4 Área referente a la inspección de la superestructura.

Los puentes pueden llegar a tener una gran complejidad estructural y una gran cantidad de elementos los cuales deben de ser inspeccionado con frecuencia, dependiendo del tipo de puente se pueden tener una cantidad de elementos estructurales mayores o menores al igual que puede inferir la longitud la cual abarca. La estructura en los puentes esta subdividida en dos áreas, que serían la superestructura y la infraestructura, que viene dado por la estructura que está por encima de los apoyos y por debajo respectivamente; estas zonas del puente pueden llegar a tener un nivel de importancia de diferente gravedad eso sin desmeritar que

una depende de la otra. Por lo tanto, en la planilla se realizó un área de inspección para la superestructura y la infraestructura, y de esta manera poder categorizar de igual manera el nivel de deterioro de ambas partes.

El área de inspección a la superestructura viene dada por una serie de ítems los cuales se encuentran numerados, buscando abarcar todos los elementos estructurales que se puedan presentar en la superestructura.

4.4.4.1 Ítem nº 1: La calzada elemento 1.1 tablero.

CALZADA (1)		Ancho _____ (m)
Tablero (1.1)		<p>Área de respuesta se encuentra sombreada de color gris oscuro, esta zona es utilizada a lo largo de toda la planilla.</p>
Material	Condición	
Concreto		
Losetas- Viguetas		
Acero		
Madera		
Otro:		

Figura 36 Metodología inspección superestructura ítem (1.1) tablero.

Fuente: Larrazabal, 2017.

En el area de respuesta que se encuentra al lado derecho del ítem 1 calzada, se debe de especificar el ancho que posee la calzada expresada en unidad de metros.

El área de respuesta está dispuesta para categorizar el grado de deterioro que posee el elemento que se inspecciona, la escala de deterioro viene dada por excelente, bueno, regular y deteriorado, igual que en azul, verde, amarillo y rojo respectivamente; los cuales serán representados con las letras E, B, R y D respectivamente como se muestra en (Figura 37)

E: Excelente	B: Bueno
R: Regular	D: Deteriorado

Figura 37 Metodología categorías de Deterioro.

Fuente: Larrazabal, 2017.

En la planilla digital se presentará una lista desplegable donde se debe escoger la condición del elemento, de manera inmediata la casilla cambiara de color respecto a la escala tipo semáforo y será cuantificado para que al final de la planilla tenga un resumen de lo antes inspeccionado.

En el área de respuesta en este caso del elemento tablero se presenta una serie de materiales de los cuales puede estar compuesto el mismo, para categorizar la condición de elemento solo debe colocar en la casilla sombreada que se encuentra a la derecha de cada material la condición del mismo, es decir, si el elemento tablero es de concreto se debe plasmar solo en la casilla de respuesta que está a la derecha del material concreto la condición del mismo. De igual forma, solo se debe de rellenar la casilla del material que componga el elemento, los demás materiales no deben de ser rellenados. (Ver figura 36)

El tablero puede poseer una gran cantidad de forma de deterioro donde la categoría excelente cabría cuando el mismo posea una condición física excepcional y no presente ningún tipo de deterioro visible bajo el ojo estudiado. La condición buena viene dada cuando el elemento se presenta en excelentes condiciones, pero con algún tipo de deterioro como podría ser suciedad en el elemento, algún tipo de vegetación no arbórea y superficial, en caso de poseer una protección de pintura esta se encuentre en un grado de deterioro que a mediano plazo deba ser inspeccionado de nuevo, no puede presentar ningún tipo de daño para ser categorizado como bueno. En la escala se presenta de igual forma el estatus de regular que se puede utilizar cuando el tablero presente algún tipo de deterioro que a corto plazo deba ser inspeccionado a profundidad o realizar mantenimiento, esto puede verse dado cuando exista vegetación arbórea de raíces medias a profundas, agrietamiento en alguna zona del elemento, pérdida en alguna zona del recubrimiento, acero expuesto, corrosión, algún tipo de deformación, hueco, etc. de igual forma se presenta la escala deteriorado que se debe indicar cuando se observe un grave desperfecto en el elemento, como puede ser grietas de gran magnitud, huecos de gran área, grandes deformaciones, corrosión excesiva, pérdida a gran escala del material de recubrimiento, afectación de insectos de ser de madera, pérdida aparente de la resistencia de cualquiera sea el materia, etc., es un estado el cual necesita de acciones urgentes de mantenimiento y estudio para poder llevar el tablero a un estado óptimo y aceptable.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.2 Ítem 1.2 inspección de la superestructura, Carpeta de rodamiento.

Carpeta de Rodamiento (1.2)	
Material	Condición
Concreto	
Asfalto	
Gravilla	
Tierra	
Acero corrugado	

Área de respuesta se encuentra sombreada de color gris oscuro, es donde se debe plasmar la condición observada que presenta el elemento según la escala tipo semáforo, solo rellenar casilla de respuesta del material que se presente en el elemento.

Figura 38 Metodología inspección superestructura ítem (1.2) Carpeta de Rodamiento.

Fuente: Larrazabal, 2017.

La carpeta de rodamiento es la única que hace contacto con los neumáticos de los vehículos, por lo tanto, debe estar en óptimas condiciones para lograr un servicio placentero de parte del puente al tránsito que se pueda presentar. La carpeta de rodamiento puede estar compuesta por una serie de materiales variables, los cuales se pueden observar en las casillas que se encuentran por debajo de la casilla material, al momento de realizar la inspección se debe de verificar el material que se presenta y su condición física para ser categorizada dentro de la escala propuesta. Donde un excelente se podrá otorgar a una carpeta de rodamiento que se encuentre en óptimas condiciones donde tenga la capacidad de dar la fricción necesaria a los neumáticos de los vehículos con vibraciones mínimas, no se presenten grietas, pérdida de materia, corrosión, deformaciones, rallado de seguridad en perfectas condiciones, etc.; la categoría bueno se le puede conceder a este elemento cuando la condición sea optima, pero con un deterioro mínimo en el material que lo compone, donde se pueda observar casi nulo deterioro a lo largo del elemento. La condición regular viene dada cuando se presente, pérdida de la mayoría del rallado de seguridad, desgaste del material, deformaciones no deseadas, huecos, corrosión, pérdida apreciable de fricción entre el material y los neumáticos, se presente una condición que a corto plazo deba ser solventado. Mientras que la condición deteriorada es cuando se necesite realizar acciones urgentes para solventar las formas de deterioro que antes fueron expuestas y se encuentren en una fase avanzada. (Ver figura 38).

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.3 Ítem 1.3 inspección de la superestructura, Rallado de seguridad.

Rallado de seguridad (1.3)	
Existe?	Si:
	No:
Condición	

Responder positivo o negativo a la existencia del elemento.

Figura 39 Metodología inspección superestructura ítem (1.3) Rallado de Seguridad.

Fuente: Larrazabal, 2017.

En el ítem rallado de seguridad (1.3) se puede observar una pregunta la cual verifica la existencia del mismo, de ser positiva debe de colocar en la casilla de respuesta SI: un símbolo que lo certifique (X) y seguidamente debe expresar la condición que se encuentra el elemento en la casilla de respuesta de condición, donde el rallado de seguridad se encontrara excelente bajo las condiciones que presente una composición homogénea y continua, tenga respuesta ante las luces de los vehículos, no presente ningún desprendimiento de material, y se encuentre a lo largo del puente, además de poseer delineadores y ojos de gato. La condición buena, se presenta cuando el rallado de seguridad cumple con la condición excelente, pero posea pérdida de material en pequeñas zonas del rallado. La condición regular es cuando el rallado ya presenté un deterioro medio avanzado, con pérdida de material visible, poca capacidad reflectora, el color sea opaco y no se encuentre a lo largo del puente. Y por último la condición deteriorada es cuando cumpla con la condición regular y también en la ocasión que la presencia del rallado de seguridad en el puente sea mínima. De ser la respuesta a la pregunta una negativa debe colocar un símbolo (X) en la casilla de respuesta NO: y la casilla de respuesta condición será rellenada como deteriorada. Recordando que en la planilla digital poseerá listas desplegables automáticas y contabilizadas las condiciones para presentar un reporte al final de la planilla. (Ver Figura 39)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.4 Ítem 1.4 inspección de la superestructura, Barreras o Barandas.

Barreras o Barandas (1.4)	
Existe?	Si:
	No:
Tipo	Condición
Vehicular concreto	
Vehicular Acero	
Peatonal concreto	
Peatonal Acero	

Selecciona solo el tipo de barrera que se presenta y colocar condición.

Área de respuesta a la existencia.

Figura 40 Metodología inspección superestructura ítem (1.4) Barreras o Barandas.

Fuente: Larrazabal, 2017.

En el ítem barreras o barandas n° 1.4 se presenta una configuración de casillas que permite seleccionar la existencia o no del elemento, para luego seleccionar el tipo de barrera o baranda que existe y clasificarlo según su condición. Por lo tanto, el procedimiento de llenado de esta sección viene dada por responder si existe o no la barrera colocando con un símbolo (X) en “SI:” de ser positivo, seguidamente debe seleccionar el tipo de barrera que se presenta colocando en el área de respuesta la condición, siendo un excelente cuando la barrera este completamente protegida con una capa de pintura que al mismo tiempo genera una alerta visual al conductor de los límites viales, no debe presentar ningún tipo de deformación, grieta, corrosión, pandeo local ni general, estar completamente limpio, señalizado. En el caso de catalogarlo como bueno viene dado por una condición de deterioro mínimo en la pintura señalizadora, presencia de grietas por dilatación térmica en pequeñas áreas del elemento y poca suciedad. La categoría regular se debe de tomar en cuenta ya cuando el elemento presente un daño o deterioro en toda la pintura que la protege a lo largo del elemento, presentar una cantidad considerable de grietas por dilatación térmica y pequeños pandeos o deformaciones. Por último, la categoría deteriorado viene dado por un deterioro excesivo en los deterioros expuestos en las categorías previas, así como también tener presencia de rotura por colisión, esto

requiere una intervencion inmediata de mantenimiento al elemento. Y en “NO:” de ser negativo, en condicion no debe especificar. (Ver figura 40)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.5 Ítem 1.5 inspección de la superestructura, Juntas.

Juntas (1.5)	Condición
Longitudinales	
Transversales	
Otros:	

Figura 41 Metodología inspección superestructura ítem (1.5) Juntas.

Fuente: Larrazabal, 2017.

En la planilla se presenta el ítem 1.5 que representa a las juntas del puente, las cuales son las que hacen una conexión física entre el puente y las rampas de acceso u otro elemento al cual este conectado el puente, estas juntas permiten la dilatacion y contraccion del puente bajo las temperaturas cambiantes dandole unos centimetros de holgura. En las casillas plasmadas en la planilla tienen un formato bastante simple donde debe especificar la condicion de la junta de existir, es decir, si el puente presenta juntas transversales coloca la condicion que observa y de no poseer no debe catalogar la junta. Las juntas pueden tener una gama de deterioro, donde principalmente son deterioradas por el trafico y el tiempo de vida. Debe catalogar la condición de la junta respecto a la analogia semaforo, donde debe especificar según su criterio si la junta esta en excelete, buena, regular o deteriorada condición. De igual forma de existir algun tipo de junta que no sea trasversal o longitudinal debe identificarla en la casilla “otro:” y especificar su condición.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.6 Ítem 1.6 inspección de la superestructura, Guarda Rueda.

Guarda Rueda (1.6)		
Material	Condición	Si:
Concreto		No:
Acero		Ancho ___ (m)
Madera		
Otro:		

Responder positivo o negativo a la existencia del elemento.

Figura 42 Metodología inspección superestructura ítem (1.6) Guarda Rueda.
Fuente: Larrazabal, 2017.

El guarda rueda es un elemento que permite delimitar el paso peatonal de la vialidad, en algunos puentes son tomados en cuenta y construidos, y en otros no son tomados en cuenta. Por lo tanto, debe de responder la existencia del mismo en las casillas “SI:” y “NO:” con un símbolo (X) y especificar el ancho del mismo. Posteriormente debe colocar en el área de respuesta que se encuentra al lado derecho del material, el grado de deterioro que presente el mismo. Solo debe especificar condición en la casilla del material que posea el elemento, es decir, de ser el elemento concebido de concreto solo debe rellenar la casilla de respuesta condición que se encuentra al lado derecho del material concreto, los demás deben de dejarse vacíos. si el elemento poseer un material que no está nombrado en las casillas debe especificar en “otros:” y colocar la condición. La condición excelente viene dada por un guarda ruedas que no presente ningún tipo de deterioro visible, este pintado para ser visualizado, no poseer grietas, ni colisiones. La categoría bueno será especificada cuando el elemento este en excelentes condiciones solo aceptando un deterioro mínimo en la pintura del mismo. La condición regular viene dada por un deterioro considerable de la pintura y del elemento, presentando grietas y colisiones de mediana magnitud. Y el elemento está completamente deteriorado cuando presente una gran cantidad de desperfectos tanto geométricos como físicos, no exista pintura, exista una gran cantidad de grietas y colisión, etc.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.7 Ítem 1.7 inspección de la superestructura, Hombrillo.

Hombrillo (1.7)		
Material	Condición	Si:
Concreto		No:
Acero		Ancho ____ (m)
Asfalto		
Otro:		

Responder positivo o negativo a la existencia del elemento.

Figura 43 Metodología inspección superestructura ítem (1.7) Hombrillo.

Fuente: Larrazabal, 2017.

El hombrillo es un canal o carril que es extra a la vialidad principal, el cual tiene como función brindar un espacio extra a los vehículos que presenten algún tipo de falla que necesite su detención, por lo tanto el hombrillo es un canal de seguridad que permite el libre tránsito y aleja de cualquier riesgo al vehículo y persona que lo necesite utilizar. En la planilla se dispuso un área donde inicialmente debe responder si existe como tal un canal de emergencia y hombrillo en el puente, de existir debe ingresar su ancho en metros. De ser positiva la respuesta debe especificar las condiciones en las que se encuentra el hombrillo, generalmente es del mismo material que toda la calzada pero su condición puede variar, en este caso se utilizan los mismos argumentos que para la carpeta de rodadura en lo que se refiere a la condición del mismo, sea excelente, bueno, regular o deteriorado, de existir un material distinto a los especificados se debe agregar en la casilla “otros:” y especificar su condición. Solo se debe especificar la condición del material del cual está compuesto, los demás materiales deben dejarse en blanco. (Ver figura 43)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.8 Ítem 1.8 inspección de la superestructura, Desagüe.

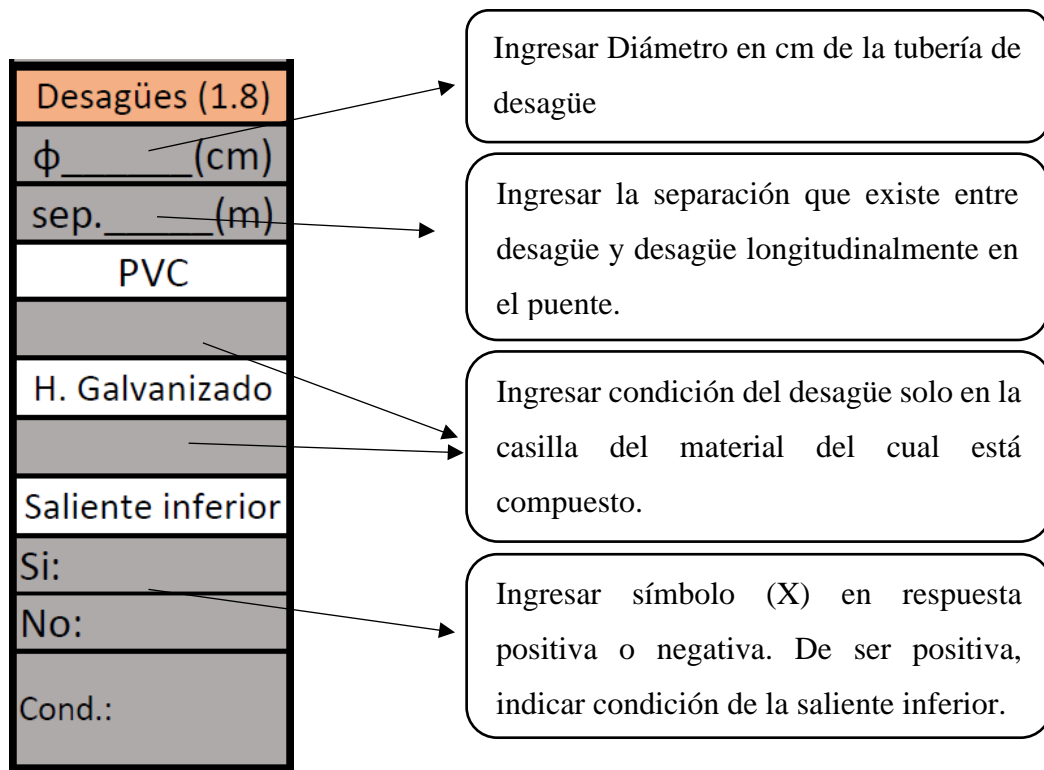


Figura 44 Metodología inspección superestructura ítem (1.8) Desagüe.
Fuente: Larrazabal, 2017.

Los desagües son primordiales para garantizar el desalojo de las aguas que se puedan acumular en la calzada del puente, ellas deben estar en perfectas condiciones, no deben poseer obstrucciones, rotura, desvío, fisuración, grietas, corrosión, etc. (Ver figura 44)

En planilla digital se dota de listas desplegadas para catalogar el nivel de deterioro que posee el elemento, solo debe rellenar la casilla de respuesta del material del cual este compuesto el elemento, esta condición sera cuantificada automaticamente y sera expuesta en un reporte al final de la planilla.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.9 Ítem 2 Vigas Inspección a la superestructura, 2.1 Longitudinales.

VIGAS (2)	
Longitudinales (2.1)	
cantidad	
nº de tramos	
Material	Condición
Concreto Armado	
Conc. Pretensado	
Conc. Postensado	
Conc.Pre-Post.Tens	
Acero	
Madera	
Otro:	

Ingresar cantidad de vigas longitudinales que se presentan en un tramo.

Ingresar el número de tramos longitudinalmente que presente el puente.

Figura 45 Metodología inspección superestructura ítem (2.1) Vigas longitudinales.

Fuente: Larrazabal, 2017.

Las vigas son de prioridad en base a la sustentación de un puente, son las que transmiten todas las cargas y sollicitaciones aplicadas al puente por el tráfico que por el circula hacia los apoyos. Por lo tanto, las vigas se pueden referir a la vida de un puente. En la planilla se dedican 2 áreas para su inspección, donde se inspeccionarán las vigas longitudinales y transversales, en la zona dispuesta para las vigas longitudinales, luego de especificar la cantidad de vigas y números de tramos debe de identificar el material del cual está compuesto las mismas y referir la condición en la cual está dicho elemento para ese momento determinado. Solo debe proporcionar información de condición en el material del elemento, los demás materiales deberán ser dejados en blanco. En la planilla digital poseerá una lista desplegable de la escala de colores y condiciones donde se podrá elegir fácilmente la que corresponda, la cual será cuantificada y reportada al final de la planilla. Las distintas formas de deterioro están especificadas en el Capítulo II de este trabajo de grado, por lo cual para catalogar la condición de elemento como excelente el elemento no puede poseer ningún tipo de deterioro, vegetación, delamidación, perdida de recubrimiento, pandeos o deformaciones, corrosión, etc. para identificarlo con una condición buena, el elemento debe de tener deterioros mínimos los cuales deben ser inspeccionados a mediado plazo; de igual forma la

condición regular debe de tener un nivel de deterioro controlado pero que debe ser solucionado al corto plazo, como lo pueden ser grietas cerca de los apoyos, o en todo el elemento, corrosión en nivel intermedio, pandeos locales o generales, deformaciones, aumento de la flecha, etc., y por último la condición deteriorado viene dado por un excesivo deterioro del elemento el cual pueda perjudicar la estabilidad del puente y por consiguiente la seguridad de los usuarios, esta clasificación viene dada por, grietas excesivas que demuestren pérdida de la resistencia de elemento, acero de refuerzo expuesto en gran parte del elemento, corrosión excesiva, pandeos excesivos, deformaciones excesivas, daños por colisión, etc. (Ver figura 45)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.10 Ítem 2 Vigas Inspección a la superestructura, 2.2 transversales

Transversales(2.2)	
cantidad	
sep. entre ellas (m)	
Material	Condición
Concreto Armado	
Conc. Pretensado	
Conc. Postensado	
Conc.PrePost.Tens	
Acero	
Madera	
Otro:	

Ingresar cantidad de vigas transversales que se presentan.

Ingresar separación que hay entre vigas transversales.

Figura 46 Metodología inspección superestructura ítem (2.1) Vigas transversales.

Fuente: Larrazabal, 2017.

Las vigas transversales son más que todo un aporte de rigidez para el puente, ellas pueden poseer las mismas formas de deterioro que las vigas longitudinales, del puente no poseer vigas transversales, dejar todo en blanco y acotar en observaciones. (Ver figura 46 y 47)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.11 Ítem 3 Apoyos Inspección a la superestructura.

APOYOS (3)	
Material	Condición
Neopreno	
Hierro	
Madera	
Filtro o PB	
Concreto	
otro:	

Ingresar condición en el cual está el apoyo según su material en la casilla de respuesta. Solo de debe especificar en la casilla del material del cual está compuesto.

Especificar en “otros:” de ser el material distinto a los expuestos.

Figura 47 Metodología inspección superestructura ítem (3) Apoyos.
Fuente: Larrazabal, 2017.

En la planilla digital podrá observar una lista desplegable donde podrá elegir la condición en la cual está el apoyo y será cuantificada para un posterior reporte al final de la planilla. Los apoyos son la conexión física que poseen las vigas para transmitir sus solicitaciones, además permiten que la estructura tenga libertad de dilatación respecto a las acciones de la temperatura sobre la misma.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.4.12 observaciones e Ítems.

ITEM ↓	Observaciones ↓

Figura 48 Metodología, Observaciones e Ítems.
Fuente: Larrazabal, 2017.

En la planilla se ha dispuesto un área de anotaciones donde se puede especificar el ítem al cual quiera hacer referencia y las observaciones del mismo. Esto tiene como finalidad dejar plasmado de forma específica los deterioros que se

presentaron en los elementos de la superestructura. Así de esta forma en futuras inspecciones o mantenimientos tengan registro de lo observado e inspeccionado. (Ver figura 45).

De igual forma se ha dedicado un espacio importante de la planilla para el registro de las disposiciones de las vigas y demás elementos, donde en esta área se deberá realizar un croquis lo más detallado posible para que inspecciones y mantenimientos futuros tengan un respaldo y puedan ubicarse dentro de lo visto por la persona que ha inspeccionado. (Ver figura 49)

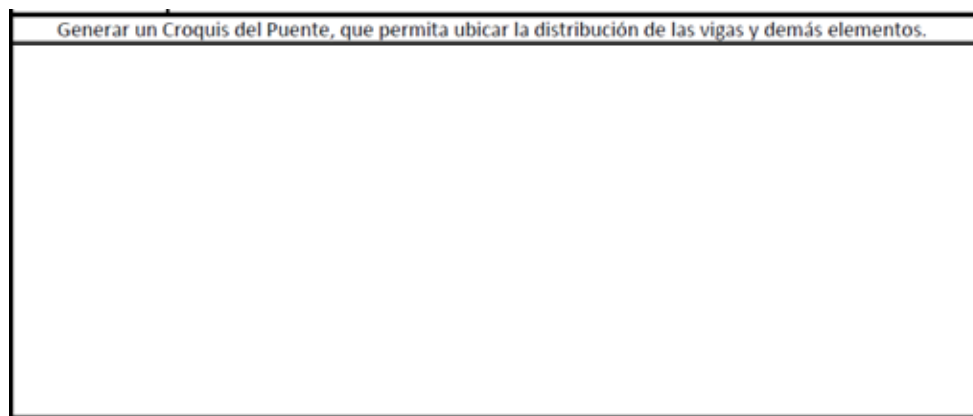


Figura 49 Metodología, Croquis del Puente.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.4.5 Área de Inspección a la Infraestructura

Como un subgrupo de elementos estructurales en un puente la infraestructura viene dada por todos los elementos que se encuentran desde los apoyos a las fundaciones, poseen una gran importancia dentro de la estructura de un puente porque son los que dan sustentación al mismo, por lo tanto, deben de estar en óptimas condiciones para garantizar los niveles de seguridad y permitir un tránsito sin riesgos por el puente en servicio. En la planilla de inspección se ha generado un área de inspección a la infraestructura, donde se podrá establecer las condiciones que presentan los elementos y determinar mediante un reporte al final de la planilla la condición del puente. De igual forma se utilizó el sistema de categorización de condición con la analogía del semáforo. (Ver Figura 37)

4.4.5.1 Ítem 4.1 Estribos, Inspección a la Infraestructura.

Estribos (4.1)	
Material	Condición
Concreto Armado	
Acero	
Mampostería	
Otro:	

Debe especificar la condición del elemento solo en la casilla del material del cual este conformado. De no poseer estribo dejar en blanco y especificar en observaciones.

Figura 50 Metodología, ítem 4.1, Estribos. Inspección a la Infraestructura.
Fuente: Larrazabal, 2017.

Los estribos son parte fundamental de la estabilidad de un puente, deben de estar en óptimas condiciones para garantizar los niveles de seguridad del puente, para catalogar una condición excelente el elemento no debe estar corroído, agrietado, asentado, rotado, deformado, colisionado, socavado, no puede poseer vegetación de ningún tipo, ni ningún otro tipo de daño que pueda perjudicar su resistencia y estabilidad. La condición Buena vendría dada por un deterioro mínimo, presencia de poca vegetación, poca socavación, no puede existir presencia de grietas, corrosión, pérdida del recubrimiento, etc., en la condición regular se puede apreciar un cierto deterioro que necesite de acciones de mantenimiento al corto plazo, y la condición deteriorada determina la necesidad de unas acciones inmediatas de mantenimiento e inspección especializada para llevar de nuevo al estribo a su condición óptima. (Ver figura 50)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.5.2 Ítem 4.2 Pilares o Pilas, Inspección a la Infraestructura.

Pilares o Pilas (4.2)	
Material	Condición
Concreto Armado	
Acero	
Mampostería	
Otro:	

Casilla de respuesta, solo debe ser rellena en el material del cual está compuesto el elemento, especificando su condición.

Figura 51 Metodología, ítem 4.2, Pilas. Inspección a la Infraestructura.
Fuente: Larrazabal, 2017.

Las Pilas o Pilares son frecuentemente utilizados en puentes que posean luces mayores a las que una viga pueda soportar, generando consigo una división en tramos del puente, tienen como función dar sustentación al puente y transmitir las cargas del mismo hacia las fundaciones. En la planilla se especifica una serie de materiales de los cuales puede estar compuesto el elemento, de igual forma se agrega una casilla “otros:” donde debe especificar de haber un material extra y su condición física. Los pilares no pueden presentar ningún tipo de grietas, ni asentamientos verticales ni rotacionales, no pueden poseer socavaciones, colisiones, corrosión, pandeos, deformaciones, pérdida de recubrimiento, ni ningún otro tipo de deterioro, de cumplir todo lo antes expuesto se catalogaría como excelente. La condición bueno puede aceptar ciertos deterioros mínimos que ha mediado y largo plazo deban ser inspeccionados nuevamente para llevar un control, la condición regular se presentan deterioros que deben ser analizados al corto plazo para un posterior mantenimiento y la condición deteriorado tiene base en un desgaste del elemento que requiere de acciones inmediatas para garantizar la vida del elemento y la seguridad de los usuarios. (Ver figura 51)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.5.3 Ítem 4.3 Muros de Vuelta o Ala, Inspección a la Infraestructura.

Muros de vuelta o Ala (4.3)	
Material	Condición
Concreto Armado	
Acero	
Mampostería	
Otro:	

Debe especificar la condición del elemento solo en la casilla del material del cual está compuesto, especificar de existir otro material distinto a los mostrados, De no existir muros de vuelta dejar todas las casillas en blanco.

Figura 52 Metodología, ítem 4.3, Muros de Vuelta.. Inspección a la Infraestructura.

Fuente: Larrazabal, 2017.

Los muros de vuelta no son más que un muro de contención que ayuda a mantener la estabilidad de los taludes y delimitarlos. Es importante que estos estén en excelentes condiciones para garantizar la estabilidad del puente, no deben de poseer vegetación arbórea, grietas, deformaciones, corrosión, colisiones, socavaciones, pérdida de material, ni ningún otro tipo de deterioro que pueda afectar la vida útil del mismo. En la planilla se implementó un recuadro de fácil llenado (Ver figura 52)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.5.4 Ítem 4.4 Protección en taludes, Inspección a la Infraestructura.

Protección en Taludes (4.4)	
Material	Condición
Conc. Armado	
Losas Pre. Fab.	
Piedra	
Arbustos	
Geo-textil	
Muro- Pantalla	
Muro	

Casilla de respuesta, solo debe ser rellenada en el material del cual está compuesto el elemento, especificando su condición.

Figura 53 Metodología, ítem 4.4, Protección de Taludes. Inspección a la Infraestructura.

Fuente: Larrazabal, 2017.

Los taludes pueden tener presencia en gran cantidades de puentes donde se necesite contener o controlar una masa de suelo que pueda perjudicar a la estructura, los taludes dependiendo del material del que estén compuestos pueden poseer distintos niveles de estabilidad, donde viene relacionado con el Angulo en el cual la gravedad le gana a la fricción de las partículas de suelo del cual está compuesto, por lo tanto, de existir un talud siempre es consiente protegerlo como mínimo con una vegetación mínima que evite el arrastre de sedimentos y socavaciones. En la planilla se presenta un recuadro de fácil llenado con una serie de materiales que puedan ser usados como protección de taludes, debe de seleccionar el material del cual está compuesta la protección y especificar su condición. (Ver figura 53)

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.5.5 Ítem 4.5 Losas de acceso, Inspección a la Infraestructura

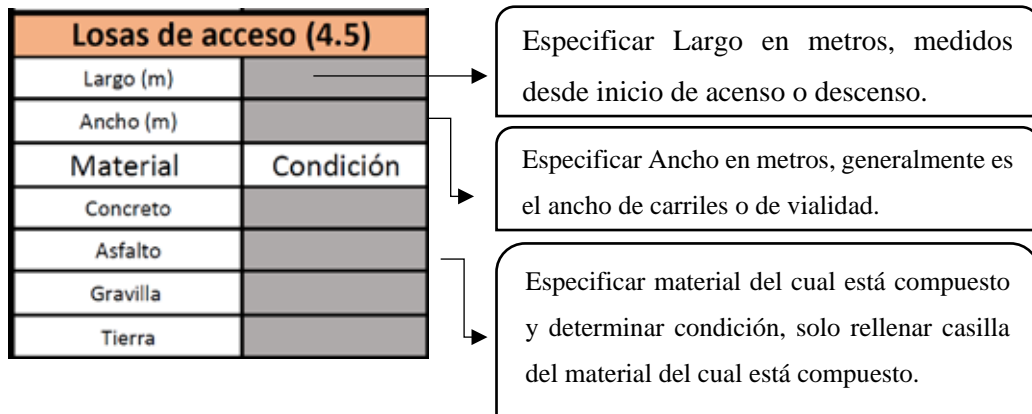


Figura 54 Metodología, ítem 4.5, Losas de Acceso. Inspección a la Infraestructura.

Fuente: Larrazabal, 2017.

Las losas de acceso tienen como función igualar la cota de la vialidad con la cota del puente, las losas de acceso permiten una transición suave y correcta entre la vialidad y el puente, por lo tanto, no debe de tener ningún tipo de desperfecto de presentar alguno podría ocasionar el descontrol de algún vehículo y ocasionar un accidente. Las losas de acceso no pueden presentar socavaciones, asentamientos, grietas, rotura, desprendimientos, etc., ya que generaría un punto de peligrosidad dentro de la vialidad. En la planilla se plasmó un recuadro de fácil entendimiento donde debe especificar largo, ancho y condición del elemento. (Ver figura 54). Recordando de igual forma que la planilla digital posee un formato practico de llenado donde realiza un reporte de forma automática al final de la planilla sobre la condición de la superestructura e infraestructura.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

4.4.5.6 Ítem 4.6 Fundaciones, Inspección a la Infraestructura

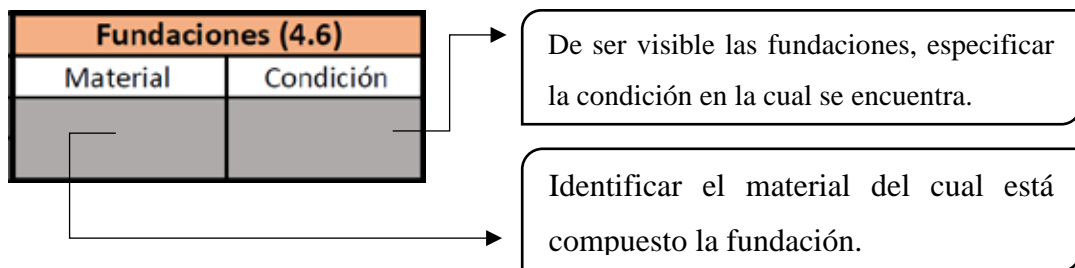


Figura 55 Metodología, ítem 4.6 Fundaciones, inspección a infra estructura.
Fuente: Larrazabal, 2017.

puente y sus solicitaciones al suelo, distribuyendo las mismas logrando un sustento a nivel del suelo para el puente. En la planilla se introduce un recuadro “fundaciones” el cual de ser visible debe especificar el material y su condición, de igual forma, al estar expuesta una fundación ya es un grave deterioro por socavación cualquier factor que lo genere, lo cual debe ser especificado en el área de observaciones para su inmediata solución.

Todo deterioro debe ser especificado y explicado en el área de ítems y observaciones que se presenta, indicando el ítem y registrando el deterioro.

En la planilla de igual forma para el area de inspección a la infraestructura existe una zona delimitada para la colocación de cualquier observación identificando el ítem al que hace referencia. En este caso caso se ha anexado una hoja extra de ítems y observaciones para que el inspector posea el espacio necesario para plasmar y registrar los deterioros observados. (Ver figura 48)

4.4.5.7 Preguntas anexadas en la planilla.

En la planilla se ha anexado una serie de preguntas que permiten al inspector guiarse en algunos puntos álgidos y delicados en la estructura de un puente, donde debe responder afirmativamente o negativamente a la existencia de dicho deterioro, especificar donde está localizado y su magnitud. Dicha encuesta debe ser respondida dentro del área de observaciones identificando cada pregunta con su ítem correspondiente, en algunos casos de ya haber hecho énfasis a lo largo de la planilla sobre alguno de los deterioros consultados, solo debe especificar el ítem en el cual hizo referencia, es decir, del deterioro ya haya sido especificado, al momento de responder el cuestionario, solo debe ingresar en el área de observaciones donde

especificó el deterioro para que quede el registro. Estas preguntas fueron propuestas con el fin de que el ingeniero inspector no pase por alto ciertos puntos de importancia dentro de la estructura de un puente. El cuestionario va desde el ítem 4.7 al 4.13.

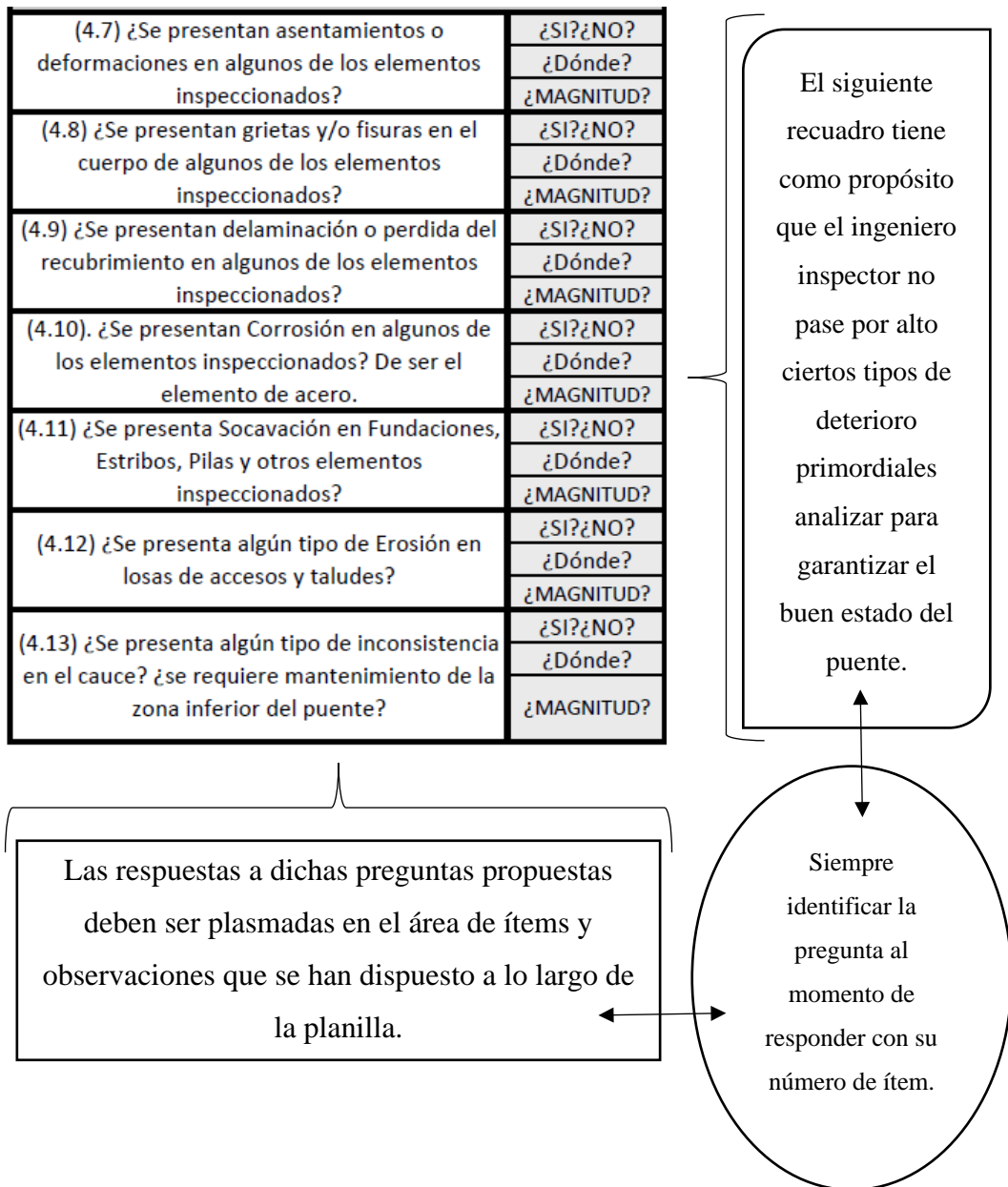


Figura 56 Metodología, Cuestionario.
Fuente: Larrazabal,2017.

4.4.6 Área de Resultados.

En la planilla se dispuso un área concerniente a todo el resumen y acciones que según el inspector deben ser realizados, esta zona dispuesta tiene como fin dar un reporte de toda la inspección y enfocar dicha inspección hacia las acciones o estudios especializados que deban realizarse.

4.4.6.1 Consulta de resultados.

En la última página de la planilla de forma inicial se podrá observar una pregunta la cual tiene como fin de forma rápida dar un veredicto del puente, es decir, si el inspector considera que la estructura necesita acciones o no de mantenimiento o estudios que ayude a llevar dicha estructura a un estado óptimo. La respuesta de esta simple pregunta ya genera un resultado del cual se pueden sacar conclusiones del estado del puente. De contestar positivamente debe dirigirse a la zona de tareas a aplicar donde seleccionara una serie de acciones a aplicar en el puente, de ser la respuesta negativa se estaría concluyendo con la inspección y arrojando como resultado que el puente está en un estado óptimo, seguro, funcional y excelente. (Ver figura 57)

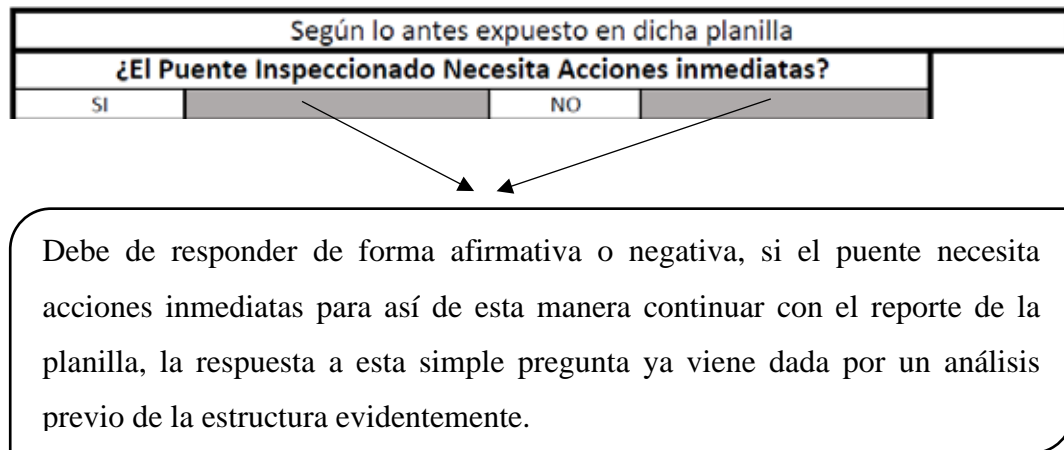


Figura 57 Metodología, sección final, consulta de resultados.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.4.6.2 Tareas o Acciones a aplicar.

En esta sección de la planilla se presenta una lista de tareas de las cuales debe seleccionar las que el inspector considere necesarias aplicar para llevar el puente a un estado óptimo, seguro y funcional. (Ver Figura 58)

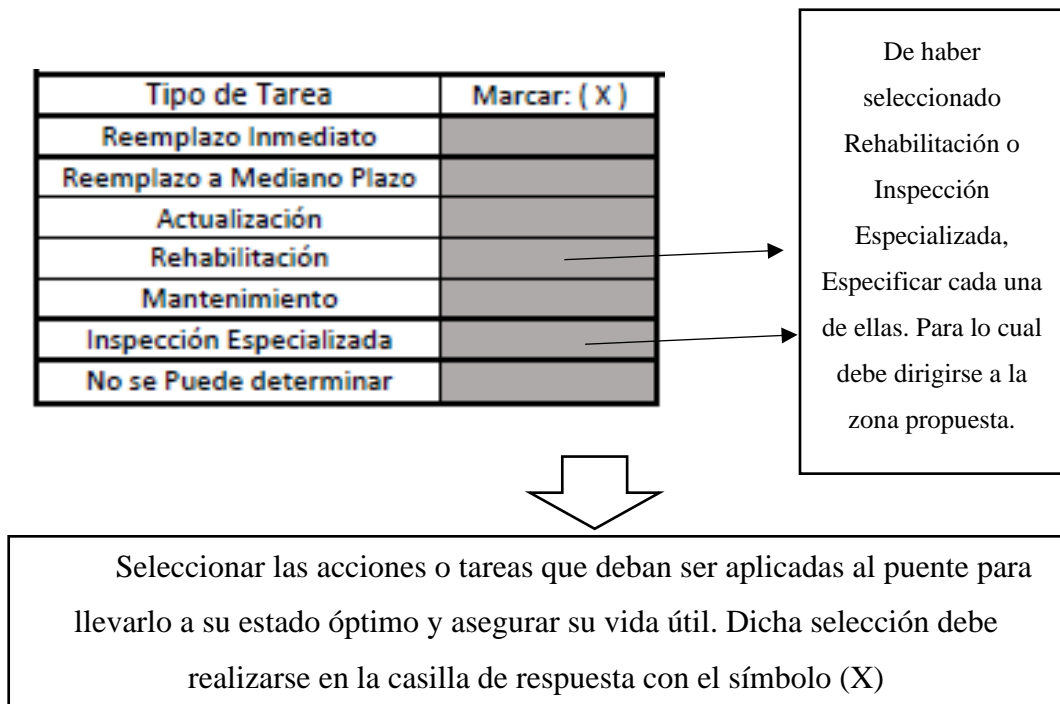


Figura 58 Metodología, Tareas a ser aplicadas en el puente.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.4.6.3 Acciones de rehabilitación.

En la planilla se dispuso una serie de elementos estructurales, esta zona propuesta debe ser llenada solo y solo si, en el tipo de tareas a implementar para llevar el puente a un estado óptimo selecciona rehabilitación. Luego al entrar en esta nueva sección deberá especificar a cuáles elementos se le deben aplicar acciones de rehabilitación, de no estar especificada, puede dirigirse al área que se encuentra al final de la planilla llamada “Acotaciones Extras”. (Ver Figura 59)

Acciones de Mantenimiento	
Calzada	
Superestructura	
Vigas	
Pilas	
Estribos	
Defensa de la socavación	
Cause	
Pintura	
Juntas	
Otros:	

Seleccionar con el símbolo (X), los elementos a los cuales se le deba aplicar rehabilitación.

Figura 59 Metodología, Acciones de Rehabilitación.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.4.6.4 Inspección Especializada.

Esta área de la planilla fue dispuesta para especificar qué tipo de inspección debe ser realizada para poder determinar la condición real del puente y aplicar acciones de mantenimiento. Ya que la inspección propuesta por esta planilla es completamente visual hay una serie de limitaciones tecnológicas las cuales no permitirán una inspección detallada, siendo esta inspección una inspección primaria es la principal y más importante, porque con ella se conocerán las acciones y estudios a aplicar. (Ver Figura 60)

Inspección Especializada	
Estructural	
Hidráulica	
Vial	
Suelos	
Ambiental	

➔

Especificar que estudios son necesarios realizar al puente para llegar a un veredicto real.

Figura 60 Metodología, Inspección Especializada.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.4.6.5 Reporte de Inspección.

En la planilla se sitúa una zona la cual tiene el fin de dar un reporte del número de elementos que poseen una condición específica, este reporte esta subdividido en la inspección de la superestructura y la infraestructura. En la planilla digital se procesarán los datos automáticamente consiguiendo el reporte en tiempo real

durante toda la inspección y al final de ella. Esta área tiene como fin, poder tener una perspectiva del número de elemento que poseen una condición específica y de allí poder observar el estado real del puente. Ya que los puentes están subdivididos en superestructura e infraestructura, y ambas pueden llegar a tener una importancia estructural un poco diferente se dispone el reporte en dos partes como antes fue expuesto. (Ver Figura 61)

Reporte de Inspección según condición			
Superestructura		Infraestructura	
Condición	Nº	Condición	Nº
E		E	
B		B	
R		R	
D		D	

Figura 61 Metodología, Reporte de inspección según condición.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.4.6.6 Acotaciones extras y Responsabilidad.

Al final de la planilla se podrá presenciar un recuadro el cual está colocado con el propósito que plasmar cualquier acotación extra que posea el inspector, además se visualiza un recuadro de Responsabilidad, donde el inspector debe especificar su nombre completo y acreditar la inspección con su firma. Dichas acotaciones vienen dadas para especificar y aclarar cualquier decisión tomada dentro de las acciones y estudios a aplicar para llevar al puente a un estado óptimo, así como también dejar constancia de cualquier detalle que el inspector crea necesario dejar plasmado. (Ver Figura 62).

4.5.1 El protocolo.

Como se ha expuesto anteriormente el protocolo brindará una guía al ingeniero inspector, para lograr un recorrido por las estructuras y una inspección exitosa, por lo tanto, a continuación, se expone el protocolo propuesto:

Protocolo de Inspección General y Rutinario. (PROINGER)

1-. Seleccionar el Puente a Analizar, inicialmente debe ser propuesto por un ente inspector o por iniciativa propia del ingeniero inspector que esté a cargo.

2-. Previo a toda inspección debe de cerciorar que la estructura es la propuesta para realizar la inspección.

3-. Realizar consulta en alcaldía del municipio sobre existencia del puente.

4-. Realizar una investigación de inspecciones, mantenimientos y estudios previos realizados al puente en cuestión.

5-. Recaudar o poseer la indumentaria y herramientas necesarias para llevar acabo la inspección de forma segura.

6-. Poseer la planilla de inspección a puentes vehiculares en forma física y si existe la posibilidad de forma digital.

7-. Iniciar inspección por medio de planilla propuesta.

8-. Realizar el llenado del área de identificación de la inspección en la planilla propuesta, guiarse por medio de metodología expuesta.

9-. Realizar el llenado del área de Ubicación geografico del puente en estudio, guiarse por medio de metodología expuesta.

10-. Realizar el llenado del área referente a Datos Generales del Puente en estudio, guiarse por medio de metodología expuesta.

11-. Corroborar que todos los datos anteriormente plasmados sean los correctos para continuar con la inspección.

12-. Iniciar inspección a superestructura basada en la planilla propuesta, guiarse por medio de metodología expuesta.

13-. Realizar croquis de ubicación de elementos estructurales del puente, para lograr entender el punto de vista del inspector.

14-. Indicar cualquier observación referente a la inspección de la superestructura, guiarse por medio de metodología expuesta.

15-. Iniciar inspección a la Infraestructura basada en la planilla propuesta anteriormente, guiarse por medio de metodología expuesta.

16-. Cerciorarse que todos los elementos del puente hayan sido inspeccionados de forma correcta y confirmar su condición para ese momento determinado.

17-. Indicar cualquier observación referente a la inspección de la infraestructura, guiarse por medio de metodología expuesta.

18-. Responder de forma correcta todo el cuestionario propuesto dentro de la planilla de inspección, guiarse por medio de metodología expuesta.

19-. Indicar dentro del recuadro de acciones inmediatas, si el puente necesita o no acciones para llevarlo a un estado óptimo, guiarse por medio de metodología expuesta.

20-. Rellenar el área de Tareas o Acciones a aplicar que se encuentra propuesta dentro de la planilla de inspección, guiarse por medio de metodología expuesta.

21-. De proponer acciones de rehabilitación y estudios especializados especificarlos dentro de la planilla de inspección, guiarse por medio de metodología expuesta.

22-. Cerciorar que el reporte de inspección sea el correcto, guiarse por medio de metodología expuesta.

23-. Señalar en área dispuesta para acotaciones extras, las conclusiones generadas por el ingeniero inspector sobre la condición del puente, además de plasmar cualquier detalle que no deba quedar por supuesto.

24-. Recapitular toda la inspección realizada y formalizar la finalización de la planilla.

25-. Plasmar el Nombre completo, Numero de identificación, firma y de existir sello del inspector que ha realizado el análisis al puente.

26-. De haber realizado la inspección con planilla impresa, realizar un traspaso de datos a la planilla digital.

27-. Preservar ambas planillas tanto la física como la digital, ya que formarán parte de cualquier registro de inspección, y serán prueba de la inspección realizada.

4.5.2 Aplicación del Protocolo de inspección General y Rutinaria al puente al puente Las Josefinas utilizando la planilla de inspección visual.

(PROINGER)

4.5.2.1 Seleccionar el Puente a Analizar, inicialmente debe ser propuesto por un ente inspector o por iniciativa propia del ingeniero inspector que esté a cargo.

El puente seleccionado lleva como nombre las josefinas, se encuentra en el sector las josefinas san diego. Dicho puente fue escogido por iniciativa del autor de este trabajo de grado, el cual al observar una serie de deterioros visibles tomo la decisión de inspeccionarlo.

4.5.2.2 Previo a toda inspección debe de cerciorar que la estructura es la propuesta para realizar la inspección.

Luego de seleccionar el puente, cerciore que el puente es la propuesta para realizar la inspección, impulsado por saber la condición actual del mismo. Ya que es un eslabón de importancia dentro de la comodidad de los usuarios, usado por personas que habitan en el área y principalmente por estudiantes y afectos a la Universidad Arturo Michelena.

4.5.2.3 Realizar consulta en alcaldía del municipio sobre existencia del puente.

Luego de seleccionar el puente, certifique que el mismo llevara por nombre el expuesto, al consultarlo en la sección de catastro de la alcaldía de San Diego. Por lo cual, es correcto el nombre y la ubicación del mismo.

4.5.2.4 Realizar una investigación de inspecciones, mantenimientos y estudios previos realizados al puente en cuestión.

Al tener la iniciativa de inspeccionar dicho puente, investigue en busca de registros de inspecciones previas, lo cual arrojó una inspección realizada en el mes de junio del 2016.

4.5.2.5 Recaudar o poseer la indumentaria y herramientas necesarias para llevar acabo la inspección de forma segura.

Antes de llevar acabo la inspección propuesta, me equipe con indumentaria de seguridad y herramientas necesarias para llevarla a cabo. Estos elementos

fueron: botas de seguridad punta de acero, vestimenta pantalón y camisa manga larga, casco, chaleco de seguridad reflectante, carpeta, planilla de inspección física y digital, teléfono móvil, cámara fotográfica, cinta métrica, bolígrafo, vehículo propio para el traslado, computadora laptop, navaja y linterna. Los cuales, permitieron realizar una inspección fluida y detallada del puente en estudio.

4.5.2.6 Poseer la planilla de inspección a puentes vehiculares en forma física y si existe la posibilidad de forma digital.

Al momento de realizar la inspección se tenía acceso a la planilla de forma digital y física.

4.5.2.7 Iniciar inspección por medio de planilla propuesta.

Al arribar al puente en estudio, primero ubique el lugar cerciore que es el indicado para iniciar la inspección por medio de la planilla de inspección a puentes vehiculares propuesta en este trabajo de grado.

4.5.2.8 Realizar el llenado del área de identificación de la inspección en la planilla propuesta, guiarse por medio de metodología expuesta.

Se inició la inspección guiándose por medio de la metodología propuesta, inicialmente llenando el área de identificación de la inspección mostrada a continuación. (Ver figura 63)

Fecha de Inspección	19/05/2017	Inspeccionado por	Jorge Larrazabal
---------------------	------------	-------------------	------------------

Figura 63 Protocolo de inspección, Identificación.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.9 Realizar el llenado del área de Ubicación geografica del puente en estudio, guiarse por medio de metodología expuesta.

A continuación, se procedió con el llenado de área propuesta dentro de la planilla de inspección dispuesta para la ubicación, guiándose por medio de la metodología expuesta con anterioridad. (Ver figura 64)

Datos de Ubicación del Puente					
Estado	Carabobo	Ciudad	San Diego	Municipio	San Diego
Nombre del Puente		Ubicación			Arretera de comunicación La cumaca- UAM,
Las Josefinas		sector Las Josefinas, San diego.			
Punto de Referencia	UAM (Universidad Arturo Michelena), San Diego.				
Km desde pto. de Ref.	2 km		Sobre(*)	Rio la Cumaca	
Vialidad a la que da servicio	Calle Madeira		Coordenadas	10.27963	-67.939682

Figura 64 Protocolo de inspección, Ubicación.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.10 Realizar el llenado del área referente a Datos Generales del Puente en estudio, guiarse por medio de metodología expuesta.

Consiguientemente se realizó el llenado del área referente a los datos generales de puente en estudio, donde se realizaron las mediciones y consultas necesarias para poder responder con certeza dicha área. Siempre guiándose por medio de la metodología propuesta. (Ver figura 65)

Datos Generales Del Puente				
Tipología Estructural	Losa- Viga. (Pórtico)	Longitud (m)	22 mts	Núm. De Carriles
Tipo de servicio	Mixto		2	
Tipo de tráfico	Nivel de Trafico Intermedio		Ancho de Calzada (m)	
Condiciones Ambientales	Zona Boscosa media.		6 mts	
Año de Construcción	2014	Ultima Inspección (dd/mm/aa)	Ancho de Hombrillo (m)	
Fecha de ultimo mantenimiento	jun-16	jun-16	0 mts	

Figura 65 Protocolo de inspección, Datos Generales.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.11 Corroborar que todos los datos anteriormente plasmados sean los correctos para continuar con la inspección.

Luego de realizar el llenado de las áreas anteriormente expuestas, se realizó un rechequeo de todos los datos plasmados, donde se confirma que son correctos.

4.5.2.12 Iniciar inspección a superestructura basada en la planilla propuesta, guiarse por medio de metodología expuesta.

Al tener todos los datos de ubicación y generales de puente, se procedió a inspeccionar los elementos que conforman la superestructura del puente en estudio, plasmando los resultados de dicho análisis en la planilla propuesta basándose en la metodología descrita. A continuación, se presenta área de inspección a la superestructura de la planilla utilizada. (Ver Figura 66)

INSPECCIÓN DE SUPERESTRUCTURA					
CALZADA (1)		Ancho 6 (m)		Condición	
Tablero (1.1)		Carpeta de Rodamiento (1.2)		E: Excelente B: Bueno	
Material	Condición	Material	Condición	R: Regular D: Deteriorado	
Concreto	B	Concreto		ITEM ↓	Observaciones ↓
Losetas- Viguetas		Asfalto	R	1.1	Presenta acero refuerzo expuesto en los extremos de la losa tablero principalmente, en zona en voladizo. se observo, deterioro mínimo por tiempo de uso, e inicios de crecimiento de vegetación.
Acero		Gravilla			
Madera		Tierra			
Otro:		Acero corrugado			
Rallado de seguridad (1.3)		Barreras o Barandas (1.4)			
Existe?	Si: X No:	Existe?	Si: X No:	1.2	Se presenta perdida de la carpeta de rodamiento en gran parte del área de la vialidad.
Condición	D	Tipo	Condición		
Juntas (1.5)		Vehicular concreto		B	Rallado de seguridad completamente deteriorado, inexistente.
Longitudinales		Vehicular Acero			
Transversales	E	Pestonal concreto			
Otros:		Pestonal Acero		1.4	presenta buenas condiciones, solo debe ser pintado.
Guarda Rueda (1.6)		Desagües (1.8)			
Material	Condición	Si: X No:	φ 11 (cm)	1.5	no presentan deterioro.
Concreto		No: X	sep.(3.9-10.2)(m)	1.6 y 1.7	No Posee
Acero		Ancho (m)	PVC, Concreto	1.8	los desagües están ubicados a 2.6m (1-2) 3.9m(2-3) y 10.2 m(3-4) donde el desagüe 1 comienza en el estribo 2. los desagües se encuentran con residuos y otros completamente tapados. Los desagües se encuentran abiertos en la barrera vehicular, material concreto. hay 7 en total en todo el puente.
Madera			R		
Otro:			H. Galvanizado		
Hombrillo (1.7)		Saliente inferior			
Material	Condición	Si: X No:	Si:		
Concreto		No: X	Si:		
Acero		Ancho (m)	No: X		
Asfalto			Cond.:		
Otro:					

(*): sobre qué rio, quebrada, carretera, line férrea, etc.

VIGAS (2)				Condición																	
Longitudinales (2.1)		Transversales(2.2)		E: Excelente	B: Bueno																
cantidad	3	cantidad	2	R: Regular	D: Deteriorado																
nº de tramos	1	sep. entre ellas (m)	22	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">APOYOS (3)</th> </tr> <tr> <th>Material</th> <th>Condición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Neopreno</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Hierro</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Madera</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fieltro o PB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Concreto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otro:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		APOYOS (3)		Material	Condición	Neopreno	B	Hierro		Madera		Fieltro o PB		Concreto		Otro:	
APOYOS (3)																					
Material	Condición																				
Neopreno	B																				
Hierro																					
Madera																					
Fieltro o PB																					
Concreto																					
Otro:																					
Material	Condición	Material	Condición																		
Concreto Armado		Concreto Armado																			
Conc. Pretensado	B	Conc. Pretensado																			
Conc. Postensado		Conc. Postensado	E																		
Conc.Pre-Post.Tens		Conc.PrePost.Tens																			
Acero		Acero																			
Madera		Madera																			
Otro:		Otro:																			
Especificar en observaciones, los tipos de deterioro y magnitud que se presentan, indicando ítem.																					
ITEM ↓	Observaciones ↓																				
2.1	Se presenta deterioro por edad del elemento, también se observa pérdida del recubrimiento en el ala de la viga que se encuentra a tracción, esta pérdida de recubrimiento es observada con grietas a 45º a lo largo de la viga, con intervalos de aparición de 3mts aprox. esta anomalía es presentada con mayor intensidad en la viga central y la viga exterior 1.																				
2.2	Se presentan vigas transversales en los extremos del puente justo sobre los apoyos, creando una conexión entre las 3 vigas longitudinales, se observa acero de postensado,. El deterioro es mínimo, principalmente por edad.																				
3	existiendo 6 apoyos de neopreno que se encuentran en buenas condiciones, se observa pequeños indicios de inicio de resequead del material, principalmente deterioro por edad. También se observa que 2 de los 6 apoyos están un poco desplazados del punto dispuesto para su colocación.																				

Figura 66 Protocolo de inspección, inspección a la superestructura.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.13 Realizar croquis de ubicación de elementos estructurales del puente, para lograr entender el punto de vista del inspector.

Se realizó un croquis ilustrativo de la ubicación de los elementos del puente, donde se especifica en forma general la disposición del puente y puntos de referencia de hacia dónde se dirige la vialidad. Con el fin de que la persona que tenga la potestad de revisar los expedientes del puente y observe esta inspección, se pueda ubicar espacialmente en el lugar he identificar con facilidad el elemento nombrado. (Ver figura 67)

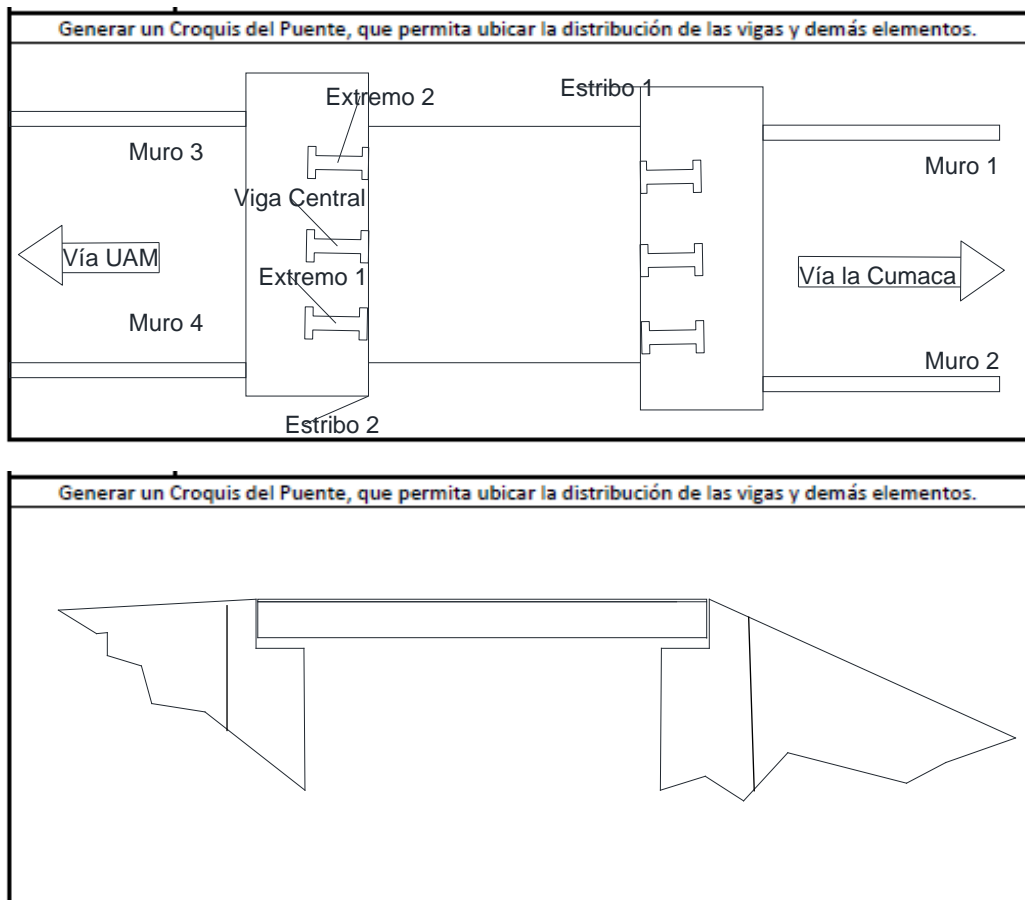


Figura 67 Protocolo de inspección, Croquis.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.14 Indicar cualquier observación referente a la inspección de la superestructura, guiarse por medio de metodología expuesta.

Las observaciones correspondientes a la inspección de la superestructura fueron dispuestas en el área designada. (Ver figura 66)

4.5.3.15 Iniciar inspección a la Infraestructura basada en la planilla propuesta anteriormente, guiarse por medio de metodología expuesta.

Al culminar la inspección a la superestructura se prosiguió a analizar lo elementos que conforman la infra estructura del puente en estudio, basándose en la planilla y metodología propuesta en este trabajo de grado para realizar la inspección.

INSPECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA (4)

Estribos (4.1)		Pilares o Pilas (4.2)		Condición	
Material	Condición	Material	Condición	E: Excelente	B: Bueno
Concreto Armado	B	Concreto Armado		R: Regular	D: Deteriorado
Acero		Acero			
Mampostería		Mampostería			
Otro:		Otro:			
Muros de vuelta o Ala (4.3)		Protección en Taludes (4.4)			
Material	Condición	Material	Condición		
Concreto Armado		Conc. Armado			
Acero		Losas Pre. Fab.			
Mampostería		Piedra	B	4.2	No Posee
Otro:		Arbustos		4.3	No Posee
Losas de acceso (4.5)		Fundaciones (4.6)			
Largo (m)	18 mts	Muro- Pantalla			
Ancho (m)	3 mts	Muro			
Material	Condición	Material	Condición		
Concreto		Concreto	E	4.5	
Asfalto	R	Especificar de ser visible			
Gravilla					
Tierra					
Las siguientes preguntas deben ser respondidas en el área de observaciones, indicando la pregunta a responder					
(4.7) ¿Se presentan asentamientos o deformaciones en algunos de los elementos inspeccionados?			¿SI?¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.8) ¿Se presentan grietas y/o fisuras en el cuerpo de algunos de los elementos inspeccionados?			¿SI?¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.9) ¿Se presentan delaminación o pérdida del recubrimiento en algunos de los elementos inspeccionados?			¿SI?¿NO?	4.6	
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.10) ¿Se presentan Corrosión en algunos de los elementos inspeccionados? De ser el elemento de acero.			¿SI?¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.11) ¿Se presenta Socavación en Fundaciones, Estribos, Pilas y otros elementos inspeccionados?			¿SI?¿NO?		
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.12) ¿Se presenta algún tipo de Erosión en losas de accesos y taludes?			¿SI?¿NO?	4.7	
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		
(4.13) ¿Se presenta algún tipo de inconsistencia en el cauce? ¿se requiere mantenimiento de la zona inferior del puente?			¿SI?¿NO?	4.8	
			¿Dónde?		
			¿MAGNITUD?		

Figura 68 Protocolo de inspección, Inspección a la infraestructura.

Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.16 Cerciorarse que todos los elementos del puente hayan sido inspeccionados de forma correcta y confirmar su condición para ese momento determinado.

Al concluir la inspección del puente seleccionado, se hizo un recorrido visual del puente y ubicando cada elemento en la planilla para cerciorar que ningún elemento fue pasado por alto en la inspección realizada. Concluyendo que todos los elementos fueron inspeccionados.

4.5.2.17 Indicar cualquier observación referente a la inspección de la infraestructura, guiarse por medio de metodología expuesta.

Las observaciones descritas dentro de la planilla para la infraestructura, están plasmadas en el área dispuesta para dicho caso. De igual forma la planilla en forma completa y corrida será agregada en anexos. (Ver figura 68 y 69)

ITEM ↓	Observaciones ↓
4.10	Si, en acero expuesto en losa, inicios de corrosión en cabillas expuestas a lo largo de la losa tablero, donde hay pérdida del recubrimiento.
4.11	Si, en Estribo 1 se observa inicios de socavación por afluente del río que circula. Debe ser revisado con frecuencia para evitar posible deterioro y colapso del mismo, como se ha presentado anteriormente.
4.12	oceso se presenta una erosión de gran magnitud el cual esta siendo atendido para esta fecha
4.13	Si, Es necesario hacer mantenimiento de cause para delimitar la sección transversal de río, se observa vegetación densa en ciertas zonas y una gran cantidad de material

Figura 69 Protocolo de inspección, observaciones de la infraestructura.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.18 Responder de forma correcta todo el cuestionario propuesto dentro de la planilla de inspección, guiarse por medio de metodología expuesta.

Todas las preguntas del cuestionario fueron respondidas y debidamente identificada en área de observaciones de la infraestructura. (Ver Figura 68 y 69)

4.5.2.19 Indicar dentro del recuadro de acciones inmediatas, si el puente necesita o no acciones para llevarlo a un estado óptimo, guiarse por medio de metodología expuesta.

Dentro de la planilla se otorga unas casillas donde debe ser respondido de forma afirmativa o negativa la necesidad de aplicar acciones inmediatas al puente para llevarlo a su estado óptimo, a continuación, se muestra dicha casilla. (Ver figura 70)

¿El Puente Inspeccionado Necesita Acciones inmediatas?			
SI	X	NO	

Figura 70 Protocolo de inspección, acciones inmediatas.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.20 Rellenar el área de Tareas o Acciones a aplicar que se encuentra propuesta dentro de la planilla de inspección, guiarse por medio de metodología expuesta.

Se propuso dentro de la planilla las acciones que deben ser realizadas para llevar el puente a un estado óptimo y sin deterioro. (Ver Figura 71)

Tipo de Tarea	Marcar: (X)
Reemplazo Inmediato	
Reemplazo a Mediano Plazo	
Actualización	
Rehabilitación	X
Mantenimiento	X
Inspección Especializada	X
No se Puede determinar	

Figura 71 Protocolo de inspección, Tipo de tareas.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.21 De proponer acciones de rehabilitación y estudios especializados especificarlos dentro de la planilla de inspección, guiarse por medio de metodología expuesta.

Se especificó que deben realizarse acciones de rehabilitación y además estudios especializados para lograr llevar el puente a un estado físico aceptable, por lo tanto, se propusieron las siguientes acciones, guiándose dentro de la metodología propuesta. (Ver figura 72)

Acciones de Rehabilitación	
Calzada	X
Superestructura	
Vigas	
Pilas	
Estribos	
Defensa de la socavación	X
Cause	X
Pintura	X
Juntas	
Otros:	
Inspección Especializada	
Estructural	X
Hidráulica	
Vial	
Suelos	
Ambiental	

Figura 72 Protocolo de inspección, Acciones.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.22 Cerciorar que el reporte de inspección sea el correcto, guiarse por medio de metodología expuesta.

Se observó el reporte que arroja la planilla de inspección digital y se confirmó que todos los elementos inspeccionados han sido tomados en cuenta. Reporte mostrado a continuación. Dicho reporte da el estado físico o condición que posee el puente para ese momento determinado. (Ver figura 73)

Reporte de Inspección según condición			
Superestructura		Infraestructura	
Condición	Nº	Condición	Nº
E	3	E	1
B	4	B	2
R	2	R	1
D	1	D	

Figura 73 Protocolo de inspección, Reporte final.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.23 Señalar en área dispuesta para acotaciones extras, las conclusiones generadas por el ingeniero inspector sobre la condición del puente, además de plasmar cualquier detalle que no deba quedar por supuesto.

En el área de acotaciones extras se especifican ciertas observaciones de importancia que forman parte de la conclusión del estado del puente y acciones que se tomaran para llevarlo a un estado óptimo. (Ver figura 74)

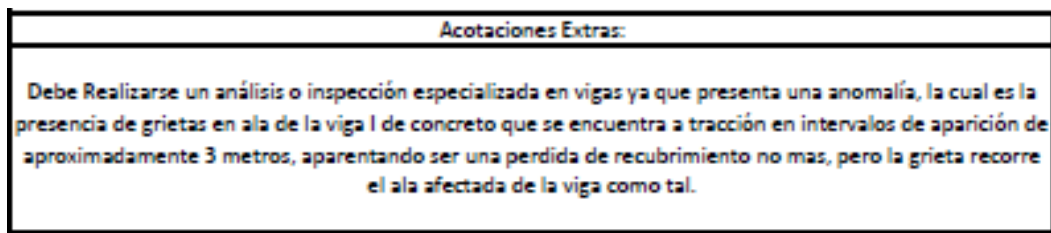


Figura 74 Protocolo de inspección, Acotaciones extras.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.24 Recapitular toda la inspección realizada y formalizar la finalización de la planilla.

Luego de realizar toda la inspección y llegar a concluir sobre el estado del puente el cual es especificado en el reporte de inspección, se realizó una recapitulación de todos los pasos realizados dentro de dicha inspección y se confirma que todo lo antes plasmado corrobora la inspección realizada.

4.5.2.25 Plasmar el Nombre completo, Numero de identificación, firma y de existir sello del inspector que ha realizado el análisis al puente.

Al final de la planilla se observará un recuadro el cual debe ser llenado con el nombre y firma del inspector en acción, para formalizar la finalización de la inspección anteriormente realizada. (Ver Figura 75)

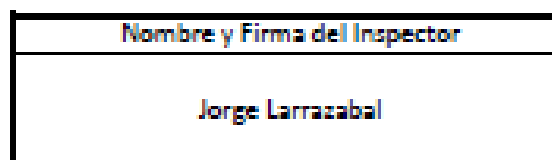


Figura 75 Protocolo de inspección, Formalización de finalización.
Fuente: Larrazabal, 2017.

4.5.2.26 Registro fotográfico de la inspección.

Las imágenes que dan sustento a la inspección realizada estarán dispuestas en Anexos.

4.5.2.27 De haber realizado la inspección con planilla impresa, realizar un traspaso de datos a la planilla digital.

La inspección se realizó con el formato de planilla digital por lo tanto no se necesitó realizar un traspaso de físico a digital.

27-. Preservar ambas planillas tanto la física como la digital, ya que formarán parte de cualquier registro de inspección, y serán prueba de la inspección realizada.

La planilla de inspección visual a puentes vehiculares en Venezuela aplicado al puente las josefinas en el estado Carabobo municipio san diego sector las josefinas será resguardado por la universidad José Antonio Páez la cual poseerá la custodia de este trabajo de grado realizado.

CONCLUSIONES

- Al generar una descripción de los distintos tipos de puentes, su condición óptima según el material que este compuesto y la forma en el cual pueden deteriorarse, se genera una base de conocimientos para poder llevar a cabo una inspección, por lo tanto, es fundamental que todo ingeniero que quiera desempeñar un rol de inspector debe estar en constante investigación y estudio de dichos términos. Existe una inmensa variedad de puentes construidos, en desarrollo y en construcción los cuales cada día más van mejorando estructuralmente y modificándose. Por consiguiente, realizar la descripción de los tipos de puentes, condiciones óptimas y formas de deterioro, fue primordial para la realización de este trabajo de grado.
- La realización de una identificación de los equipos necesarios para llevar a cabo una inspección a los componentes estructurales y no estructurales de un puente, es esencial ya que toda persona que vaya a efectuar una inspección debe de tener los implementos mínimos necesarios para ejecutar dicha actividad y preservar su integridad física y en consecuencia la vida. Esta identificación ayudo a tener un nivel de conciencia de todas las herramientas que debes de poseer el ingeniero para poder generar la inspección y evitar cualquier tipo de accidente, ya que al analizar elementos estructurales y no estructurales se pueden generar momentos de riesgos, los cuales se pueden convertir en peligros tangibles y lastimar a la persona que realiza esta actividad.
- La elaboración de una planilla de inspección visual basada en las características necesarias para la operatividad de un puente, ayudo a organizar de forma didáctica y sencilla la inspección de puentes, tomando en cuenta todos los materiales y tipologías estructurales más reconocidas y utilizadas. De igual forma sirvió de apoyo ya que al momento de generar la inspección te ubica directamente en los elementos que debes

analizar y genera un recorrido de inspección en el cual no dejaras por alto ningún elemento estructural o no estructural. Por lo tanto, esta planilla generada es fundamento base de este trabajo de grado, ya que sirvió de lineamiento para la realización de la inspección, y las series de actividades que esto conlleva.

- Para el llenado de la planilla y la realización de la inspección, es imperante generar una metodología que permita educar y guiar a la persona que utilizara la planilla para poder realizar un llenado de forma correcta de la misma y teniendo una serie de basamentos de los cuales pueda fundamentarse para evaluar la condición de los elementos a inspeccionar. En consecuencia, esta metodología fue de vital importancia para la realización de este trabajo de grado, ya que brindo un apoyo y una guía para poder realizar la inspección a través de la planilla de forma exitosa, completa y eficaz.
- Al generar el protocolo de inspección PROINGER ayudo a tener un orden específico en las actividades a realizar para llevar a cabo la inspección por medio de la planilla proporcionada en este trabajo de grado. Dando como resultado este protocolo una herramienta más para el ingeniero que va a realizar la inspección, de la cual al apoyarse en el mismo será de guía durante todo el proceso. La aplicación de este protocolo al puente Las Josefinas en el municipio San Diego, Carabobo; fue de gran éxito ya que por medio de este se pudo lograr de forma controlada y organizada la aplicación de cada una de las actividades propuestas, además de lograr conseguir las informaciones necesarias para poder realizar la inspección al puente. Dando como resultado una inspección a dicho puente donde se evidencia el estado de los elementos inspeccionados y la condición del puente como tal.

RECOMENDACIONES

- Realizar un inventario de los puentes y su ubicación en el estado Carabobo para realizar una base de datos simple que permita planificar futuras inspecciones. Asociar la información de base de datos para inspección a un software de geolocalización como puede ser ARGIS o GOOGLEMAPS que permita disponer de manera gráfica la ubicación de los puentes. Aplicar el protocolo PROINGER a dichos puentes. Y como resultado sincronizar la ubicación con la data proveniente de las inspecciones de manera generar una plataforma grafica que muestre las condiciones de los puentes en la zona analizada.
- Considerar la ampliación del protocolo de inspección para la aplicación de obras de paso alternativas como pueden ser, túnele, vías férreas, oleoductos, acueductos, etc.
- Ampliar el estudio hacia puentes que pertenezcan a estructuras de grandes industrias.
- Realizar comparaciones de la aplicación del protocolo en diferentes puentes ubicados en diferentes municipios de Venezuela, y ampliar su aplicación a todo el territorio progresivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica*. Caracas: EPISTEME c.a.
- Betancourt, E. (5 de septiembre de 2012). *LaVerdad.com*. Obtenido de <http://www.laverdad.com/zulia/10505-el-90-de-los-puentes-del-pais-estan-en-riesgos.html>
- E.I.R.L., E. E. (2010). *Manual de Diseño de Puentes*. Lima, Perú: Macro E.I.R.L.
- Finol de Franco, M., & Camacho, H. (2008). *El proceso de investigación científica*. Maracaibo: Ediluz.
- Freyssinet, E. (1953). *Civil Engineering*. Venezuela.
- González, W. (2012). *Propuesta de una metodología no destructiva para la inspección de puentes de concreto reforzado en servicio*. Bucaramanga.
- Libertador, U. P. (2002). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDUPEL.
- Martínez, A. (2009). *Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat*. Caracas.
- Mendoza Maldonado, W. F., Navarro Melendez, L., & Portillo Molina, F. A. (2003). *Manual para el mantenimiento rutinario y preventivo de puentes de el Salvador*. El Salvador.
- Ministerio de Fomento, E. (2012). *Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado*. España: Publicaciones Ministerio de Fomento.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, D. G. (2006). *GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES*. Perú.
- Rodríguez Serquen, A. (2016). *Puentes*. Perú: Caracol.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Caracas: Panapo.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Mexico DF: LIMUSA. S.A.
- Tonias, D. (2006). *Bridge Engineering*.
- Torres, R. (2006). *Ingeniería Forense y Estudios de Sitio*. Caracas: Consulibris.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2002). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDUPEL.

ANEXOS

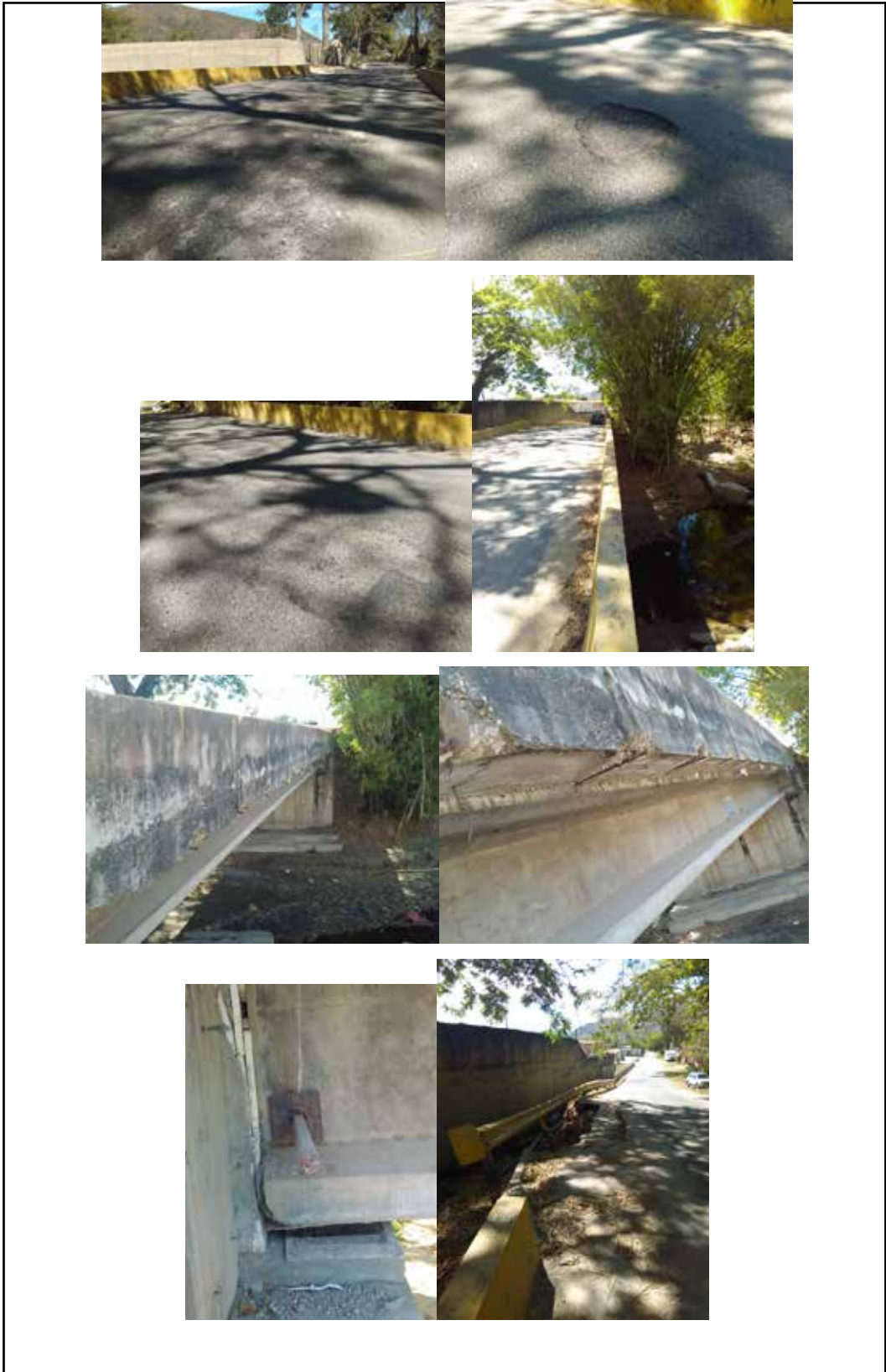


ANEXO 1 Reporte fotográfico 1

Fuente: Larrazabal, 2017.



ANEXO 2 Reporte Fotográfico 2.
Fuente: Larrazabal, 2017.



ANEXO 3 Reporte Fotográfico 3.

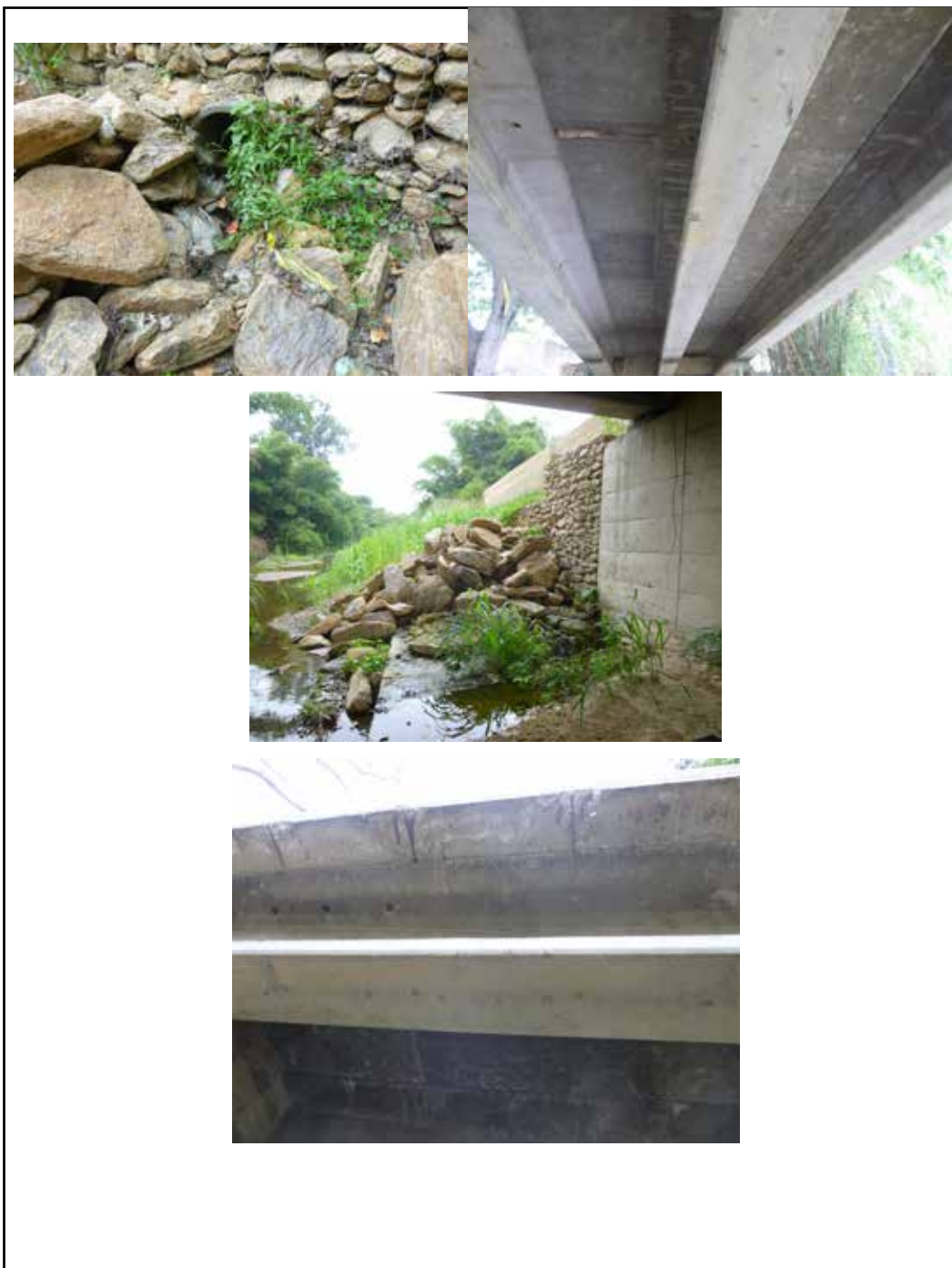
Fuente: Larrazabal, 2017.



ANEXO 4 Reporte Fotográfico 4.
Fuente: Larrazabal, 2017.



ANEXO 5 Reporte Fotográfico 5.
Fuente: Larrazabal, 2017.



ANEXO 6 Reporte Fotográfico 6.
Fuente: Larrazabal, 2017.