



Universidad
Michoacana de San
Nicolás de Hidalgo



FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN LA RAMA DE LAS
VÍAS TERRESTRES

“INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS
PUENTES VEHICULARES DE MORELIA”

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA PRESENTA:

ING. URIEL VILLEGAS MALAGÓN

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HUGO HERNÁNDEZ BARRIOS

Morelia, Michoacán. Enero 2018.

AGRADECIMIENTOS

A dios por la vida y bendiciones recibidas.

A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mi familia, por estar a mi lado siempre. Mi esposa Martha y mis hijos Valeria, Marina y Sebastián. El pilar de mi vida.

A mi asesor de tesis, al Dr. Hugo Hernández Barrios, por ayudarme a alcanzar esta meta y desarrollar el presente trabajo.

A todos y cada uno de mis profesores de maestría por brindarme sus valiosos conocimientos.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, junto con la facultad de Ingeniería Civil, por abrirme las puertas y darme las facilidades para realizar el presente trabajo y obtener el grado de maestro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, (CONACyT), por el apoyo recibido a través de su programa de becas.

A mis compañeros de maestría, por su apoyo y amistad.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal la inspección y evaluación de los puentes vehiculares ubicados en Morelia, por medio del Sistema de Puentes de México (SIPUMEX). El municipio de Morelia no cuenta con una base de datos o sistema de gestión de los puentes vehiculares, por lo que se desconoce el estado en el que se encuentran. El área de estudio del presente trabajo comprende los 30 puentes ubicados sobre el Río Chiquito y Río Grande de Morelia, enmarcados por el anillo periférico. El estudio se hizo en el año 2016, llevando a cabo la elaboración de un inventario y posteriormente la inspección individual de cada puente y cada elemento que conforma dicho puente. Cada puente fue inspeccionado con la misma metodología descrita en el SIPUMEX, obteniendo datos estadísticos de la evaluación; así mismo se realizó un sistema de gestión web para uso de las autoridades encargadas de los puentes.

Al realizar la inspección y evaluación de los puentes vehiculares se encontró con elementos deteriorados y falta de mantenimiento en los mismos, situando a los puentes en condiciones de riesgo, siendo tal, que después de evaluar en concreto uno de los puentes con una calificación de riesgo, colapsó al año siguiente después de su inspección y evaluación.

Es importante contar con un sistema de gestión de puentes en un territorio, ya que son parte esencial de un sistema vial de comunicaciones. El contar con información oportuna y un sistema integral de gestión de puentes conlleva y coadyuva a tomar decisiones acertadas en el mantenimiento y gestión de los mismos.

Palabras clave.

Puentes, Inspección, Evaluación, Morelia.

ABSTRACT

The main objective of this work is the inspection and evaluation of vehicle bridges located in Morelia, through the Sistema de Puentes de Mexico (SIPUMEX). The municipality of Morelia does not have a database or management system for vehicle bridges, so the state in which they are located is unknown. The study area of this work includes the 30 bridges located on the Río Chiquito and Río Grande de Morelia, framed by the peripheral ring. The study was done in 2016, carrying out the preparation of an inventory and then the individual inspection of each bridge and each element that makes up the bridge. Each bridge was inspected with the same methodology described in the SIPUMEX, obtaining statistical data of the evaluation; also, a web management system was developed for the use of the authorities in charge of the bridges.

When carrying out the inspection and evaluation of the vehicular bridges it was found with deteriorated elements and lack of maintenance in them, placing the bridges in risk conditions, being such, that after evaluating in particular one of the bridges with a risk rating, collapsed the following year after its inspection and evaluation.

It is important to have a bridge management system in a territory, as they are an essential part of a road communications system. Having timely information and a comprehensive bridge management system entails and helps to make sound decisions in the maintenance and management of them.

Key words.

Bridge, Inspection, Evaluation, Morelia.

ÍNDICE

1.	MARCO TEÓRICO.....	13
1.1	INTRODUCCIÓN	13
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.3	OBJETIVO GENERAL	14
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.5	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.6	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.7	MARCO DE REFERENCIA	15
1.8	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.9	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.10	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.11	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE MORELIA.....	19
2.1	INTRODUCCIÓN	19
2.2	DEMOGRAFÍA	24
2.3	GEOGRAFÍA.....	25
2.4	EVOLUCIÓN DE LOS PUENTES DE MORELIA.....	30
3.	SISTEMA DE PUENTES DE MÉXICO (SIPUMEX).....	35
3.1	ORIGEN.....	35
3.2	DESCRIPCIÓN DEL SIPUMEX	38
3.3	INVENTARIO	44
3.4	INSPECCIÓN	50
4.	PUENTES VEHICULARES SOBRE EL RÍO CHIQUITO.....	57
4.1	INTRODUCCIÓN	57
4.2	PUENTES SOBRE RÍO CHIQUITO	58
4.2.1	01 Av. Camelinas - Río Chiquito	58
4.2.2	02 Antonio del Moral - Río Chiquito	64
4.2.3	03 Blvd. Agustín Arriaga Rivera - Río Chiquito.....	70

ÍNDICE

4.2.4	04 Rubén C. Navarro - Río Chiquito.....	75
4.2.5	05 Ventura Puente - Río Chiquito.....	79
4.2.6	06 Isidro Huarte - Río Chiquito.....	85
4.2.7	07 Vicente Santa María - Río Chiquito.....	89
4.2.8	08 Virrey Antonio de Mendoza - Río Chiquito.....	95
4.2.9	09 Morelos Sur - Río Chiquito.....	102
4.2.10	10 García Obeso - Río Chiquito.....	107
4.2.11	11 Av. Juárez - Río Chiquito.....	113
4.2.12	12 Cuautla - Río Chiquito.....	119
4.2.13	13 Chiapas/Cayetano Andrade - Río Chiquito.....	123
4.2.14	14 Justicia/Oaxaca - Río Chiquito.....	125
4.2.15	15 Manuel Muñiz/Unión - Río Chiquito.....	129
4.2.16	16 Av. Nocupétaro/ Fco. I. Madero - Río Chiquito.....	133
4.2.17	17 Av. Michoacán - Río Chiquito.....	138
5.	PUENTES VEHICULARES SOBRE EL RÍO GRANDE.....	145
5.1	INTRODUCCIÓN.....	145
5.2	PUENTES RÍO GRANDE.....	146
5.2.1	18 Periférico Paseo de la República - Río Grande.....	146
5.2.2	19 Loma del Rey - Río Grande.....	151
5.2.3	20 José Ma. Vargas - Río Grande.....	156
5.2.4	21 Fco. I. Madero - Río Grande.....	161
5.2.5	22 Av. Michoacán - Río Grande.....	167
5.2.6	23 Río Colorado - Río Grande.....	172
5.2.7	24 Paseo de las Jacarandas - Río Grande.....	178
5.2.8	25 Av. Gpe. Victoria - Río Grande.....	183
5.2.9	26 Guillermo Prieto - Río Grande.....	188
5.2.10	27 Av. Morelos Norte - Río Grande.....	192
5.2.11	28 Alberto Bremauntz Martínez - Río Grande.....	198
5.2.12	29 Periférico Revolución - Río Grande. (en DIRECCIÓN Salida a Charo) 203	
5.2.13	30 Periférico Revolución - Río Grande (en DIRECCIÓN al Estadio).208	
6.	ESTADÍSTICAS DE LOS PUENTES VEHICULARES.....	213

6.1	INTRODUCCIÓN	213
6.2	ESTADÍSTICAS POR COMPONENTE	214
6.2.1	Superficie del puente	214
6.2.2	Juntas de expansión	214
6.2.3	Camellón / Banqueta	215
6.2.4	Parapeto / Pasamanos	216
6.2.5	Conos / Taludes	216
6.2.6	Aleros / Estribos	218
6.2.7	Pilas	218
6.2.8	Apoyos	219
6.2.9	Losa	219
6.2.10	Largueros / Trabes	221
6.2.11	Cauce	222
6.2.12	Otros Elementos (Terraplén de Acceso)	222
6.2.13	Puente en general	223
7.	CONCLUSIONES	225
7.1	INTRODUCCIÓN	225
7.2	CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN	225
7.3	TRABAJOS FUTUROS	228
	BIBLIOGRAFÍA	229

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.1 Plano de Morelia, INEGI.....	15
Figura 1.2 Equipo GPS utilizado para la georreferenciación de los puentes.	18
Figura 2.1 Valle de Guayangareo, Época Prehispánica. (espejel.com).....	20
Figura 2.2 Plano de la ciudad de Valladolid, 1579 AGN. (espejel.com)	20
Figura 2.3 Mapa de la ciudad de Valladolid, 1794. (espejel.com).....	21
Figura 2.4 Mapa de la ciudad de Morelia por Justino Fernández, 1934. (espejel.com).....	22
Figura 2.5 Plano de la ciudad de Morelia, 1941 (espejel.com)	23
Figura 2.6 Vista de la ciudad de Morelia desde el Parque Juárez, 1898. (espejel.com).....	25
Figura 2.7 Mapa de hundimientos de la ciudad de Morelia, 2003 – 2004.	26
Figura 2.8 Falla geológica en la Avenida Héroes de Nocupétaro. 2017 (Grupo Marmor)	27
Figura 2.9 Áreas inundables de la ciudad de Morelia. (Arreygue 2004)	29
Figura 2.10 Desbordamiento Río Grande. (Primera plana 2017).....	29
Figura 2.11 Plano de la ciudad de Morelia ubicando las garitas en servicio de la época, 1898. (espejel.com)	30
Figura 2.12 Garita de Chicacuaro, 1923. (espejel.com)	31
Figura 2.13 Garita de Chicacuaro inundada por desbordamiento del río, 1923. (espejel.com)	31
Figura 2.14 Imagen actual del tramo central del puente sobre la Avenida Juárez	32
Figura 2.15 Imagen actual del puente sobre la calle Cuautla	33
Figura 3.1 Implantación mundial de sistemas de gestión de puentes. (Martínez, 2016).....	38
Figura 3.2 Plataforma para inspección de puentes	39
Figura 3.3 Calificación de los puentes de México. (SCT, 2014)	42
Figura 3.4 Formato de Inventario para la toma de datos. (1/2)	45
Figura 3.5 Formato de Inventario para la toma de datos. (2/2)	46
Figura 3.6 Formato de Inspección.....	51
Figura 3.7 Inspección de puente vehicular de Morelia. 2016.....	55
Figura 3.8 Pantalla principal del Sistema de Puentes de Morelia	56
Figura 4.1 Puentes vehiculares indicados en rojo sobre Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	57
Figura 4.2 Ubicación del puente Av. Camelinas – Río Chiquito (Google Earth, 2017).	58
Figura 4.3 Superficie de desgaste del puente en los carriles laterales. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.....	59
Figura 4.4 Juntas de expansión. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.....	60
Figura 4.5 Banqueta y Parapeto. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.....	60
Figura 4.6 Conos / Taludes revestidos con concreto. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.	61
Figura 4.7 Alero y estribo de concreto. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito	61
Figura 4.8 Apoyos. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito	62
Figura 4.9 Losa. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito	62
Figura 4.10 Largueros / Trabes. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.....	63

Figura 4.11 Cauce. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.....	63
Figura 4.12 Vista general del puente Av. Camelinas – Río Chiquito.	64
Figura 4.13 Ubicación del puente Antonio del Moral – Río Chiquito (Google Earth, 2017).	64
Figura 4.14 Superficie de rodamiento. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.....	65
Figura 4.15 Juntas de expansión. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.	66
Figura 4.16 Banqueta y parapeto. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.	66
Figura 4.17 Banqueta y parapeto. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.	67
Figura 4.18 Estribo. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.....	67
Figura 4.19 Sección de losa. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.	68
Figura 4.20 Largueros / Trabes. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.	68
Figura 4.21 Cauce. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.	69
Figura 4.22 Vista general. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.....	69
Figura 4.23 Ubicación del puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito (Google Earth, 2017).	70
Figura 4.24 Superficie. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.	71
Figura 4.25 Juntas de expansión. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.....	71
Figura 4.26 Banqueta. Camellón. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.	72
Figura 4.27 Estribo. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.	73
Figura 4.28 Apoyos. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.	73
Figura 4.29 Largueros / Trabes. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.....	74
Figura 4.30 Cauce. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.....	74
Figura 4.31 Vista general. Puente Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.	75
Figura 4.32 Ubicación puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	76
Figura 4.33 Juntas de expansión. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.....	76
Figura 4.34 Banqueta. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.....	77
Figura 4.35 Largueros / Trabes. Cauce. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.....	78
Figura 4.36 Vista general. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.....	78
Figura 4.37 Ubicación puente Ventura Puente–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).	79
Figura 4.38 Superficie. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.....	80
Figura 4.39 Juntas de expansión. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	81
Figura 4.40 Banqueta / Parapeto. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	81
Figura 4.41 Conos / Taludes. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	82
Figura 4.42 Estribo. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.....	82
Figura 4.43 Pilas. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	83
Figura 4.44 Losa. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	83
Figura 4.45 Largueros / Trabes. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	84
Figura 4.46 Cauce. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.	84
Figura 4.47 Vista general. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.....	85
Figura 4.48 Ubicación puente Isidro Huarte–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	86
Figura 4.49 Superficie, Juntas, Banqueta y Parapeto. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.	87
Figura 4.50 Conos / Taludes, Aleros, Estribos. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.	87
Figura 4.51 Losa, Largueros, Cauce. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.....	88
Figura 4.52 Vista general. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.	89
Figura 4.53 Ubicación puente Vicente Santa María–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	90

ÍNDICE

Figura 4.54 Superficie, Juntas, Banqueta, Parapeto. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.....	91
Figura 4.55 Estribos, Apoyos, Losa. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.....	91
Figura 4.56 Losa. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.	92
Figura 4.57 Largueros / Trabes, Cauce. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.....	93
Figura 4.58 Vista general. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.....	93
Figura 4.59 Falla del puente Vicente Santa María–Río Chiquito.	94
Figura 4.60 Falla del puente Vicente Santa María–Río Chiquito	94
Figura 4.61 Ubicación puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito. (Google Earth, 2017)...	95
Figura 4.62 Superficie, Juntas de expansión. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito...	96
Figura 4.63 Banqueta, Parapeto, Pasamanos. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito..	97
Figura 4.64 Conos / Taludes. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	97
Figura 4.65 Aleros, Estribos. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	98
Figura 4.66 Pilas. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	99
Figura 4.67 Apoyos. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.	99
Figura 4.68 Losa. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	100
Figura 4.69 Largueros / Trabes. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	100
Figura 4.70 Cauce. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	101
Figura 4.71 Vista general. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.....	101
Figura 4.72 Ubicación puente Vicente Santa María–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	102
Figura 4.73 Superficie del puente. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.	103
Figura 4.74 Juntas de expansión. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.....	103
Figura 4.75 Banqueta, Parapeto. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.....	104
Figura 4.76 Conos, Taludes, Estribo. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.....	105
Figura 4.77 Estribos, Apoyos, Losa. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.....	105
Figura 4.78 Largueros, Cauce. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.....	106
Figura 4.79 Vista general. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.....	106
Figura 4.80 Ubicación puente García Obeso–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	107
Figura 4.81 Superficie del puente. Puente García Obeso–Río Chiquito.....	108
Figura 4.82 Juntas de expansión. Puente García Obeso–Río Chiquito.....	108
Figura 4.83 Banqueta, Parapeto. Puente García Obeso–Río Chiquito.....	109
Figura 4.84 Taludes. Puente García Obeso–Río Chiquito.	109
Figura 4.85 Estribo. Puente García Obeso–Río Chiquito.	110
Figura 4.86 Pilas. Puente García Obeso–Río Chiquito.	110
Figura 4.87 Apoyos. Puente García Obeso–Río Chiquito.....	111
Figura 4.88 Losa. Puente García Obeso–Río Chiquito.	111
Figura 4.89 Cauce. Puente García Obeso–Río Chiquito.	112
Figura 4.90 Vista general. Puente García Obeso–Río Chiquito.....	112
Figura 4.91 Ubicación puente Av. Juárez–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	113
Figura 4.92 Superficie del puente. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	114
Figura 4.93 Juntas de expansión. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	115
Figura 4.94 Banqueta, Camellón, Parapeto, Pasamanos. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	115
Figura 4.95 Conos, Taludes. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	116
Figura 4.96 Estribo. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.	116
Figura 4.97 Pilas. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	117

Figura 4.98 Losa. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	117
Figura 4.99 Largueros. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	118
Figura 4.100 Cauce. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	118
Figura 4.101 Vista general. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.....	119
Figura 4.102 Ubicación puente Cuautla–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).	120
Figura 4.103 Superficie del puente. Puente Cuautla–Río Chiquito.....	120
Figura 4.104 Juntas de expansión. Puente Cuautla–Río Chiquito.....	121
Figura 4.105 Banqueta. Puente Cuautla–Río Chiquito.	121
Figura 4.106 Elementos y vista general. Puente Cuautla–Río Chiquito.	122
Figura 4.107 Ubicación puente Chiapas/Cayetano Andrade–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).123	
Figura 4.108 Superficie, Juntas, Banqueta, Parapeto. Puente Chiapas/Cayetano Andrade–Río Chiquito.....	124
Figura 4.109 Elementos y vista general. Puente Chiapas/Cayetano Andrade–Río Chiquito.....	125
Figura 4.110 Ubicación puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	126
Figura 4.111 Superficie del puente, Banqueta, Parapeto. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito... 127	
Figura 4.112 Juntas de expansión. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.	127
Figura 4.113 Conos, Taludes, Estribos. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.	128
Figura 4.114 Largueros, Cauce. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.....	129
Figura 4.115 Vista general. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.....	129
Figura 4.116 Ubicación puente Manuel Muñiz/Unión–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	130
Figura 4.117 Superficie del puente, Banqueta, Parapeto. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito... 131	
Figura 4.118 Juntas de expansión. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.....	131
Figura 4.119 Conos, Taludes, Estribos. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.	132
Figura 4.120 Largueros, Cauce. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.....	133
Figura 4.121 Vista general. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.....	133
Figura 4.122 Ubicación puente Vicente Santa María–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).....	134
Figura 4.123 Superficie, Juntas de expansión. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.	135
Figura 4.124 Banqueta, Parapeto. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.....	136
Figura 4.125 Taludes, Aleros. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.	136
Figura 4.126 Apoyos, Losa. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.	137
Figura 4.127 Cauce, Losa. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.....	137
Figura 4.128 Vista general. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito	138
Figura 4.129 Ubicación puente Av. Michoacán–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).	139
Figura 4.130 Superficie, Juntas de expansión. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.....	139
Figura 4.131 Banqueta, Parapeto. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.	140
Figura 4.132 Estribos, Trabes. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.	141
Figura 4.133 Losa. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.	141
Figura 4.134 Cauce. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.	142
Figura 4.135 Vista general. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.	142

ÍNDICE

Figura 5.1 Puentes vehiculares indicados en rojo sobre Río Grande. (Google Earth, 2017).	146
Figura 5.2 Ubicación puente Periférico Paseo de la República-Río Grande. (Google Earth, 2017).	147
Figura 5.3 Superficie. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.	148
Figura 5.4 Juntas de expansión. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.	148
Figura 5.5 Banqueta / Camellón. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.	149
Figura 5.6 Parapeto / Pasamanos, Taludes. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.	150
Figura 5.7 Estribo (Cabezal y pilotes). Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.	150
Figura 5.8 Largueros / Trabes. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.	151
Figura 5.9 Ubicación puente Loma del Rey-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	152
Figura 5.10 Superficie, Juntas de expansión. Puente Loma del Rey-Río Grande.....	153
Figura 5.11 Parapeto, Taludes. Puente Loma del Rey-Río Grande.....	154
Figura 5.12 Estribos. Puente Loma del Rey-Río Grande.	155
Figura 5.13 Trabes, Cauce. Puente Loma del Rey-Río Grande.	155
Figura 5.14 Vista general. Puente Loma del Rey-Río Grande.....	156
Figura 5.15 Ubicación puente José Ma. Vargas-Río Grande. (Google Earth, 2017)	157
Figura 5.16 Superficie. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.....	158
Figura 5.17 Juntas, Banqueta, Parapeto. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.	158
Figura 5.18 Conos / Taludes. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.	159
Figura 5.19 Estribos, Apoyos. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.....	159
Figura 5.20 Losa, Largueros, Cauce. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.	160
Figura 5.21 Terraplén de acceso, Vista general. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.	161
Figura 5.22 Ubicación puente Fco. I. Madero-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	162
Figura 5.23 Superficie. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.....	163
Figura 5.24 Juntas de expansión. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.	163
Figura 5.25 Banqueta / Camellón. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.	164
Figura 5.26 Parapeto / Pasamanos. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.	164
Figura 5.27 Conos / Taludes. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.	165
Figura 5.28 Aleros, Estribos, Apoyos, Losa, Largueros, Cauce. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.	166
Figura 5.29 Vista general. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.....	166
Figura 5.30 Ubicación puente Periférico Paseo de la República-Río Grande. (Google Earth, 2017).	167
Figura 5.31 Superficie. Puente Av. Michoacán-Río Grande.....	168
Figura 5.32 Juntas de expansión. Puente Av. Michoacán-Río Grande.	169
Figura 5.33 Banqueta, Parapeto. Puente Av. Michoacán-Río Grande.	169
Figura 5.34 Conos, Taludes. Puente Av. Michoacán-Río Grande.	170
Figura 5.35 Estribos, Losa, Largueros, Cauce. Puente Av. Michoacán-Río Grande.	171
Figura 5.36 Vista general. Puente Av. Michoacán-Río Grande.	171
Figura 5.37 Ubicación puente Río Colorado-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	172
Figura 5.38 Superficie, Parapeto. Puente Río Colorado-Río Grande.....	173
Figura 5.39 Juntas de expansión. Puente Río Colorado-Río Grande.	174
Figura 5.40 Banqueta. Puente Río Colorado-Río Grande.	174
Figura 5.41 Taludes, Estribos. Puente Río Colorado-Río Grande.	175

Figura 5.42 Apoyos. Puente Río Colorado-Río Grande.....	176
Figura 5.43 Largueros, Cauce. Puente Río Colorado-Río Grande.....	176
Figura 5.44 Terraplén de acceso. Puente Río Colorado-Río Grande.....	177
Figura 5.45 Ubicación puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	178
Figura 5.46 Superficie, Juntas de expansión. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.....	179
Figura 5.47 Banqueta, Pasamanos. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.....	180
Figura 5.48 Taludes. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.....	180
Figura 5.49 Aleros. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.....	181
Figura 5.50 Estribos, Losa, Largueros, Cauce. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.....	181
Figura 5.51 Vista general. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.....	182
Figura 5.52 Ubicación puente Gpe. Victoria-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	183
Figura 5.53 Superficie. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.....	184
Figura 5.54 Juntas de expansión. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.....	185
Figura 5.55 Banqueta, Pasamanos. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.....	185
Figura 5.56 Taludes, Aleros. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.....	186
Figura 5.57 Estribos, Largueros, Cauce. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.....	186
Figura 5.58 Vista general. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.....	187
Figura 5.59 Ubicación puente Guillermo Prieto-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	188
Figura 5.60 Superficie, Juntas de expansión. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.....	189
Figura 5.61 Banqueta, Pasamanos. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.....	190
Figura 5.62 Taludes. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.....	190
Figura 5.63 Estribos, Largueros, Cauce. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.....	191
Figura 5.64 Vista general. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.....	192
Figura 5.65 Ubicación puente Av. Morelos Norte-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	193
Figura 5.66 Superficie, Juntas de expansión. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	193
Figura 5.67 Banqueta, Pasamanos. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	194
Figura 5.68 Taludes. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	195
Figura 5.69 Aleros, Estribos. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	195
Figura 5.70 Apoyos. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	196
Figura 5.71 Largueros. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	196
Figura 5.72 Cauce. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	197
Figura 5.73 Vista general. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.....	197
Figura 5.74 Ubicación puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande. (Google Earth, 2017)...	198
Figura 5.75 Superficie. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.....	199
Figura 5.76 Juntas de expansión. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.....	200
Figura 5.77 Banqueta, Pasamanos Taludes. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande. ...	200
Figura 5.78 Estribos, Apoyos. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.....	201
Figura 5.79 Largueros. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.....	202
Figura 5.80 Cauce, Vista general. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.....	202
Figura 5.81 Ubicación puente Periférico Revolución-Río Grande. (Google Earth, 2017).....	203
Figura 5.82 Superficie, Banqueta. Puente Periférico Revolución-Río Grande.....	204
Figura 5.83 Juntas de expansión. Puente Periférico Revolución-Río Grande.....	205
Figura 5.84 Pasamanos, Taludes. Puente Periférico Revolución-Río Grande.....	205
Figura 5.85 Aleros. Puente Periférico Revolución-Río Grande.....	206

ÍNDICE

Figura 5.86 Largueros, Cauce, Muro contención. Puente Periférico Revolución-Río Grande.	207
Figura 5.87 Vista general. Puente Periférico Revolución-Río Grande.	207
Figura 5.88 Ubicación puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande. (Google Earth, 2017).	208
Figura 5.89 Superficie, Juntas de expansión. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.	209
Figura 5.90 Taludes, Aleros, Estribos. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.	210
Figura 5.91 Apoyos, Losa, Largueros. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.	211
Figura 5.92 Cauce, Vista general. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.....	211
Figura 6.1 Distribución de puentes en estudio según el material de su superestructura.	213
Figura 6.2 Calificación de superficie de los puentes en estudio.....	214
Figura 6.3 Calificación de juntas de expansión de los puentes en estudio.....	215
Figura 6.4 Calificación de camellón/banqueta de expansión de los puentes en estudio.	216
Figura 6.5 Calificación de parapeto / pasamanos de los puentes en estudio.....	217
Figura 6.6 Calificación de Conos / Taludes de los puentes en estudio.	217
Figura 6.7 Calificación de aleros / estribos de los puentes en estudio.	218
Figura 6.8 Calificación de pilas de los puentes en estudio.....	219
Figura 6.9 Calificación de Apoyos de los puentes en estudio.....	220
Figura 6.10 Calificación de Losa de los puentes en estudio.....	220
Figura 6.11 Calificación de largueros / trabes de los puentes en estudio.....	221
Figura 6.12 Calificación del cauce de los puentes en estudio.	222
Figura 6.13 Calificación de otros elementos de los puentes en estudio.	223
Figura 6.14 Calificación de puente en general de los puentes en estudio.....	224
Figura 7.1 Pantalla principal del SIPUMORE	228
Tabla 3.1 Nombre, país y características de algunos Sistemas de Gestión de Puentes (Muñoz, 2011)	37
Tabla 3.2 Calificaciones del SIPUMEX en base al estado de deterioro	40
Tabla 3.3 Rangos de calificación de sistemas de gestión de puentes. (IABMAS, 2010.).....	41
Tabla 3.4 Esquemas representativos para la medición del espacio libre. (SIPUMEX, 1994).....	48
Tabla 3.5 Elementos a inspeccionar de los puentes (SIPUMEX, 1994)	53

1. MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Los puentes forman una parte importante y primordial de un sistema vial de comunicación. Un puente es en su definición más básica, es un elemento que ayuda a cruzar o librar algún obstáculo, sea este algún río, arroyo, vía, etc. Los primeros puentes, los podríamos encontrar en un simple tronco caído sobre la margen de un río, siendo la naturaleza, el que provee el elemento para poder librar el obstáculo. Su evolución ha sido vasta y muy variada, encontrando puentes en la actualidad de kilómetros de largo, cientos de metros de altura, y de muy variados materiales; incluso existiendo ya los primeros puentes impresos, mediante la técnica de impresión 3d. Los puentes, al igual que cualquier elemento de una vía de comunicación, debe ser monitoreado e inspeccionado con el fin de dar un mantenimiento periódico y mantener un nivel de servicio y seguridad adecuado del elemento. De ahí la necesidad y justificación del presente trabajo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que, en el municipio de MORELIA, capital de Michoacán, no existe actualmente algún mecanismo de gestión de puentes vehiculares, en este trabajo se propone la aplicación del sistema SIPUMEX, para identificar las características físicas y geométricas que presentan algunos puentes ubicados en dicho municipio.

El impacto de esta investigación, servirá de base para que las autoridades competentes establezcan planes prioritarios de mantenimiento y/o restructuración de dichos puentes.

Así mismo el resultado se aplicará posteriormente para la determinación de la vulnerabilidad sísmica y ante cargas vivas que puedan existir en este sistema vial. Es entendible el impacto de este trabajo dado que no existe ni siquiera el inventario de dichos puentes.

1.3 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente trabajo es el inspeccionar y evaluar los puentes vehiculares ubicados en el municipio de Morelia, Michoacán. De ahí el título de la investigación: “Inspección y evaluación de los puentes vehiculares de Morelia”.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentro de los objetivos específicos del trabajo, están el revisar las técnicas de inspección y evaluación en otros países, aplicar el sistema SIPUMEX en los puentes municipales en Morelia, identificar características estructurales, geométricas y de ubicación de los puentes de Morelia, para fines de evaluación sísmica, analizar el estado físico, geométrico y estructural en que se encuentran los puentes proponiendo acciones de inspección y conservación.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de la gestión de las vías de comunicación, reside en incrementar la cobertura, calidad y competitividad de la infraestructura vial de cualquier país. México en su plan de desarrollo 2013-2018, tiene como objetivo ubicarse dentro de los primeros 30 países líderes en infraestructura de acuerdo a la evaluación del Foro Económico Mundial; y una de las estrategias para lograrlo es incrementar de 82 a 90 por ciento la red carretera federal libre de peaje que opera en buenas condiciones conforme a estándares internacionales.

CAPÍTULO 1

Este sistema cuenta con información básica del puente, características geométricas, ubicación geográfica, material y tipo de estructura, fecha de construcción y reparaciones, calificación de sus condiciones, entre otros. El SIPUMEX es un sistema de gestión de los puentes de las carreteras federales libres de peaje. Actualmente México cuenta con aproximadamente 8,700 puentes dentro de estas carreteras. En Michoacán alcanzan una longitud de casi 16 kilómetros con alrededor de 460 puentes. Lamentablemente en la ciudad de Morelia no se cuenta con esta información, ni con cuantos puentes cuenta ni su estado actual. De ahí también la importancia del presente proyecto.

Actualmente se está desarrollando el sistema SIPUMEX-W que a diferencia del SIPUMEX que opera en MS-DOS, este está basado en plataforma Windows e Internet. El cual contara con información geográfica de los puentes, almacenamiento electrónico y en web. Módulos para estimación de carga y prognosis estructural.

1.8 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto tendrá dos enfoques, uno de carácter descriptivo – documental y el otro de evaluación. El propósito será describir el estado de cada uno de los puentes vehiculares, para posteriormente realizar un catálogo de los mismo para su gestión, inspeccionándolos y evaluándolos según su daño.

1.9 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Se prevé que a falta de información de los puentes vehiculares y al poco o nulo mantenimiento, la mayoría requiera un mantenimiento preventivo – correctivo.

Esto se medirá con la evaluación que se hará posterior a la evaluación.

1.10 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

La población de la investigación está compuesta por la totalidad de los puentes vehiculares del municipio de Morelia, siendo la muestra los puentes ubicados dentro del anillo periférico sobre el Río Chiquito y el Río Grande.

1.11 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación será de tipo no experimental, al tomar solo en una ocasión datos en campo. La información será adquirida directamente de la inspección de los puentes objeto de estudio. El procesamiento de datos se hará a través de la metodología del SIPUMEX, mismo que servirá de guía para realizar la inspección y posteriormente la evaluación de los puentes. Una vez hecha la inspección y evaluación, el estado de los puentes se denotará con una calificación, misma que servirá, junto con otros aspectos, para determinar su vulnerabilidad posteriormente. La toma de datos se hará en campo, con ayuda de equipo especial para ello, como cámaras fotográficas de alta resolución para poder evidenciar en detalle los elementos de los puentes. La georreferenciación se hará con equipo GPS topográfico, ligado a la red geodésica nacional activa, mediante un punto base.



Figura 1.2 Equipo GPS utilizado para la georreferenciación de los puentes.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE MORELIA

2.1 INTRODUCCIÓN

Morelia fue fundada en el año de 1541, por el entonces Virrey Don Antonio de Mendoza, a cargo de Juan de Alvarado el Viejo, Juan de Villaseñor y Luis de León Romano. Anteriormente, antes de la época colonial, recibía el nombre de Valle de Guayangareo, que significa loma larga y achatada; al fundarse se le dio el nombre de Ciudad de Mechoacán, pero por disputas con la región de Pátzcuaro, quien el entonces Obispo Vasco de Quiroga defendía, para mantener el título de Ciudad de Mechoacán, se cambió, en 1545 por el nombre de Valladolid, como su homónima ciudad española. Una vez finado el Obispo Vasco de Quiroga, se decidió cambiar la sede del cabildo eclesiástico y silla episcopal de la Ciudad de Mechoacán (Pátzcuaro) a Valladolid. Dándole aún más importancia a esta ciudad. (Tavera, 1995)

Por órdenes del Virrey Don Antonio de Mendoza, Valladolid, debía ser una ciudad ejemplar y avanzada en cuanto a su trazo; que, a través de sus comisionados, esos trazos, fueron plasmados, indicando donde deberían estar los edificios importantes de la época, como plazas, casa de cabildo, cárcel pública y demás edificios convenientes.

Después de trasladar los poderes civiles y eclesiásticos de Pátzcuaro a Valladolid, la ciudad tuvo un crecimiento y auge importante, mismo que se mantuvo durante toda la época colonial, construyendo en su mayoría edificios para fines eclesiásticos, incluida la catedral actual de Morelia. Esto detono un crecimiento poblacional en la ciudad, siendo que para comienzos del siglo XVII se encontraban alrededor de 200 casas en lo que hoy se conoce como centro histórico, y en los contornos, fuera de la ciudad, para ese entonces, se vislumbraba el comienzo de lo que hoy son tenencias o colonias de la ciudad, como Guayangareo, Santa María, Ichaqueo, entre otras. (Herrejón, 2000)

En la figura 1.2, se puede observar un plano de la ciudad de Valladolid para el año de 1579, tres décadas después de fundada la ciudad, donde se puede apreciar la antigua catedral de hoy Morelia, así como en particular la ubicación de tres puentes que cruzan lo que hoy se conoce como Río Chiquito y Río Grande, siendo, probablemente, ubicado a la altura de lo que es hoy la Av. Juárez sobre la antigua traza del río Chiquito y el del norte, en lo que ahora se encuentra sobre Av. Morelos Norte y Río Grande.

Es importante como desde su fundación, debido a la topografía del terreno, los puentes fueron pieza importante para el desarrollo y crecimiento de Valladolid. Donde seguramente el material de construcción fue en un principio la madera, para poder en ellos cruzar con carretas y caballos y así poder transportar carga o mercancía. En la figura 1.3, se observa un mapa de la ciudad de Valladolid casi al final de la época Colonial o Virreinato de México, donde se puede apreciar algunos detalles que aún existen hoy en día, como la catedral de Morelia, el acueducto, algunas calles principales, como la calle Real, hoy calle Francisco I. Madero atravesando de oriente a poniente, la Av. Morelos de norte a sur. Se puede observar la presencia de puentes, atravesando el antiguo cauce del Río Chiquito, y Río Grande, que continuaban siendo parte importante del desarrollo vial, económico y social de la ciudad.



Figura 2.3 Mapa de la ciudad de Valladolid, 1794. (espejel.com)

CAPÍTULO 2

La ciudad de Morelia, nombrada así en 1828, en honor al héroe de Independencia, José Ma. Morelos y Pavón prácticamente mantuvo su crecimiento enmarcado, por el Río Chiquito y Río Grande hasta la primera mitad el siglo XX, que es después de esta fecha donde se da un crecimiento importante de la ciudad y sale de esta demarcación natural, después de que a finales del siglo XIX fueran introducidas fábricas, el sistema ferroviario, telégrafo, alumbrado eléctrico, entre otros a la ciudad. Por ello se puede deducir que los puentes que poseía la ciudad solo estaban en los caminos principales de entrada y salida de la misma, los cuales cruzan los ríos que enmarcaban a Morelia.

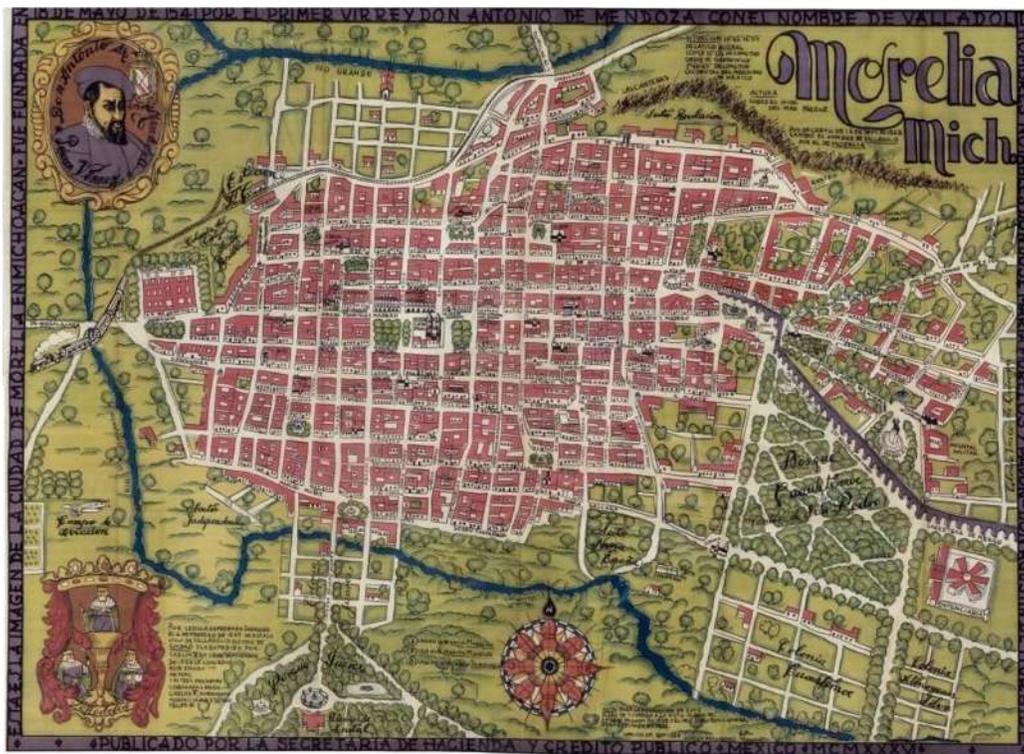


Figura 2.4 Mapa de la ciudad de Morelia por Justino Fernández, 1934. (espejel.com)

No es, si no hasta en 1937, cuando se rectifica el cauce del Río Chiquito, que se empiezan a construir nuevos puentes dentro del margen de este río, ya re encauzado, eliminando los que estaban en el antiguo cauce del río, y es cuando datan los primeros puentes actuales que se encuentran sobre la Av. Solidaridad para cruzar el río. En la figura 1.5 se puede observar un plano de la ciudad, donde se plasma las dos ubicaciones del Río Chiquito, cauce anterior (1937 hacia atrás) y cauce actual. Se aprecia también la ubicación de puentes sobre los ríos.

En la segunda mitad del siglo XX, Morelia tuvo un crecimiento poblacional muy fuerte, después de la conclusión de la carretera nacional México–Morelia–Guadalajara, con lo que se comunicó la capital del estado con la capital del país y la segunda ciudad más importante para ese entonces. En los 70's se construye el anillo periférico de la ciudad, lo que contribuye a un mayor crecimiento poblacional.

Actualmente la ciudad de Morelia, dentro del plan municipal de desarrollo 2015 – 2018, contempla el plan de gran visión denominado Morelia NExT, el cual vislumbra el crecimiento de la ciudad hasta el 2042, y particularmente el año 2041, cuando la ciudad cumplirá 500 años desde su fundación. (Plan de desarrollo Urbano, 2015 – 2018)

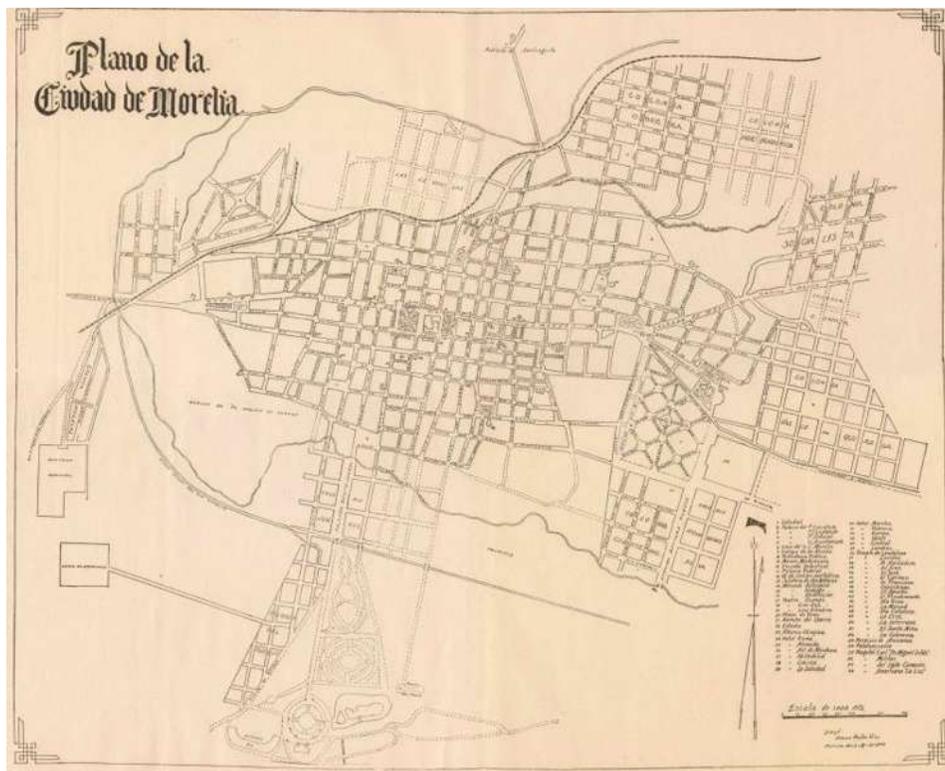


Figura 2.5 Plano de la ciudad de Morelia, 1941 (espejel.com)

Morelia es y seguirá siendo la ciudad más importante del estado, y no solo por ser la capital de este, su valor histórico, cultural, patrimonial y social es inigualable con ninguna ciudad del país; fue declarada en 1991 por la UNESCO patrimonio cultural de la humanidad. Actualmente se llevan a cabo obras de remodelación de vialidades, plazas, construcción de nuevos puentes, parques, entre otros.

Hoy en día, Morelia sigue creciendo, al grado de que la zona urbana abarca ya comunidades o tenencias que antes estaban en el área metropolitana, ante esto, es necesario que se tenga un nuevo modelo de traza de la ciudad, que sea vanguardista y ejemplar, como lo fue en la época de su fundación, para tener una ordenación urbana y vial acorde a las necesidades de nuestros tiempos y años venideros.

2.2 DEMOGRAFÍA

Para principios del siglo XVII, Valladolid contaba con poco más de dos mil habitantes, a inicios del siglo XVIII la población aumento a cerca de veinte mil habitantes, es decir en un siglo, su población aumento alrededor de diez veces. En el siglo XIX, su población no creció más del doble, rondando los cuarenta mil habitantes, manteniéndose así hasta mitades del siglo XX; no fue sino después de los años 50's que la población aumentó drásticamente, pasando de alrededor de cincuenta mil habitantes a más de medio millón para comienzos del siglo XXI. Actualmente Morelia es la ciudad más poblada del estado de Michoacán, con 729,279 habitantes, teniendo una extensión territorial de mil doscientos kilómetros cuadrados, en el municipio, y alrededor de cien kilómetros cuadrados lo que es la ciudad, abarcando ya algunas de las tenencias y localidades del municipio. (Herrejón, 2000)

Morelia pasó, en la época moderna, de solo poseer algunas manzanas poco más allá del centro histórico, a detonarse un crecimiento demográfico muy grande, mismo que se ve reflejado en los últimos censos poblacionales de los años 50's a la fecha. En la figura 1.6 se puede observar que para finales del siglo XIX y principios del siglo XX, aún se veía distante el centro de la ciudad, vista desde lo que ahora es el parque Juárez.

Este crecimiento demográfico, tuvo como consecuencia la ampliación de vialidades, y aunado al re encauzamiento del Río Chiquito en 1937, se tuvieron que construir nuevos puentes para poder comunicar el centro de la ciudad, con lo que ahora estaría fuera del Río Chiquito y Río Grande.

Actualmente en el municipio de Morelia, existe un importante desarrollo urbano en la parte oriente y sur de la ciudad, mejor conocidas como zona de Tres Marías y zona de Altozano, además de nuevos fraccionamientos y colonias en la parte norte y poniente de la capital.



Figura 2.6 Vista de la ciudad de Morelia desde el Parque Juárez, 1898. (espejel.com)

2.3 GEOGRAFÍA

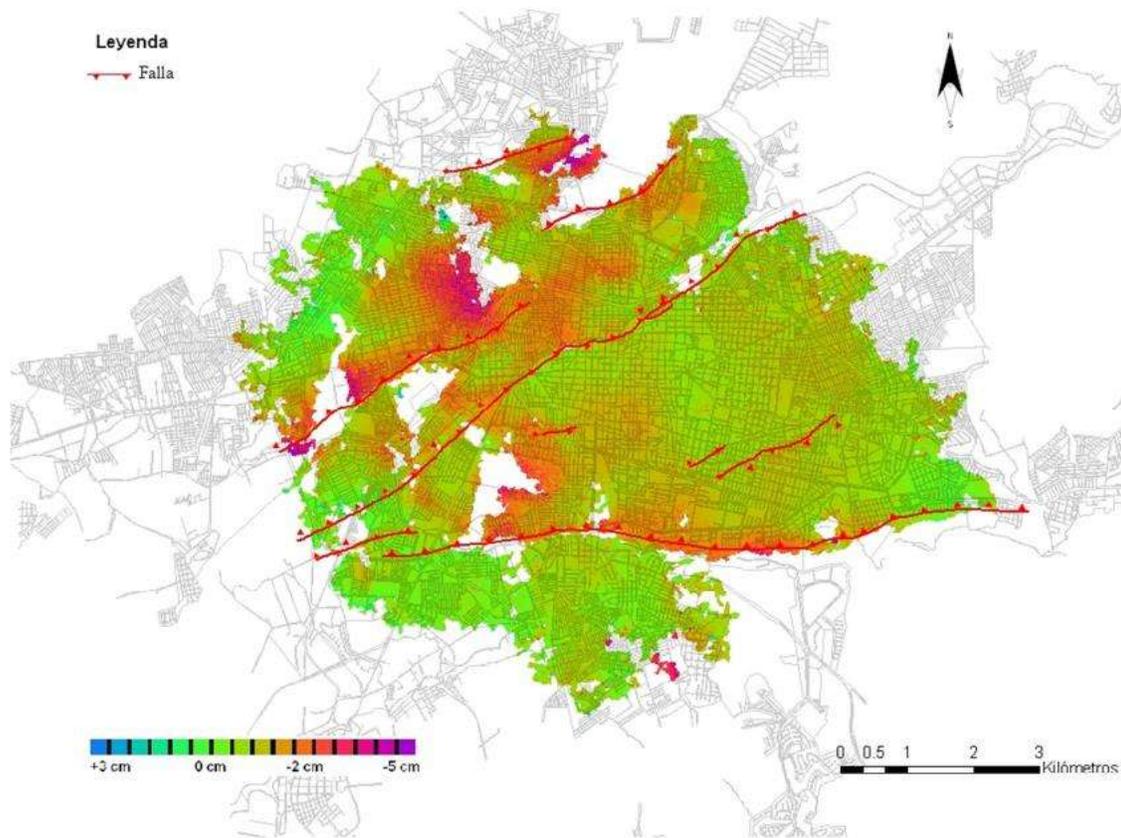
La ciudad de Morelia se encuentra a una latitud de $19^{\circ} 42' 12.182''$ Norte y una longitud de $101^{\circ} 11' 31.367''$ Oeste, y una altitud de 1,920 metros sobre el nivel medio del mar

Su clima es templado y humedad media con lluvias en verano, con una temperatura máxima media anual de 27.1°C , y una máxima maximorum de 35.3°C , una temperatura mínima media anual de 10.7°C y una mínima minimorum de -0.6°C , dando una temperatura media anual de 18.9°C . La precipitación anual es de 790.5 mm, siendo los meses entre junio y septiembre donde las lluvias se intensifican. (INEGI).

La orografía de Morelia es muy accidentada, se encuentra dentro del Cinturón Volcánico Mexicano, observándose la Sierra de Mil Cumbres. Dentro de la ciudad de Morelia, existen ya quince fallas geológicas importantes y que se deben tomar en cuenta para cualquier edificación cerca de estas. Entre ellas destacan la Falla de la Paloma, al sur de la ciudad, Falla de la Central camionera, al centro de la ciudad, y la Falla de la Colina al norte de la ciudad.

CAPÍTULO 2

Estas fallas han ido en aumento, dando como consecuencia hundimientos en la ciudad, afectando seriamente las edificaciones aledañas, como el edificio del Instituto Mexicano del Seguro Social, en la Av. Héroes de Nocupétaro, mismo que fue demolido por las afectaciones al mismo ocasionadas por la falla geológica. Estos accidentes geológicos, se agravan cuando se presenta un evento sísmico, o terremoto, viéndose afectado el entorno, social, económico, cultural y hasta con posibles pérdidas humanas.



*Figura 2.7 Mapa de hundimientos de la ciudad de Morelia, 2003 – 2004.
(Atlas de peligros geológicos de la ciudad de Morelia, 2011)*

En la figura 1.7 se muestran las fallas más importantes de Morelia, así como la tasa de hundimiento que tuvo la ciudad entre el año 2003 y 2004. En la figura 1.8 se muestra la Avenida Héroes de Nocupétaro, por donde pasa una de las fallas geológicas de Morelia.



Figura 2.8 Falla geológica en la Avenida Héroes de Nocupétaro. 2017 (Grupo Marmor)

Dentro de la Hidrografía de Morelia, el municipio se encuentra en la región Lerma-Santiago, y forma parte de la cuenca del lago de Cuitzeo. Los principales ríos de la ciudad son el Río Chiquito y el Río Grande, mismos que enmarcaban la ciudad hasta mediados del siglo XX. El Río Grande surge en el municipio de Pátzcuaro, atravesando la zona urbana de la ciudad de Morelia hasta desembocar en el Lago de Cuitzeo. El Río Chiquito, con alrededor de veinticinco kilómetros de longitud es el principal alimentador del Río Grande. Los ríos han sido parte importante del desarrollo de la ciudad, ya que de estos se abastecía del vital líquido en tiempos coloniales.

Ya con el desarrollo de la ciudad y re encauzamiento de los ríos, se dejó de abastecerse de estos, por su alta contaminación y por ser los principales vertederos de aguas negras de la ciudad. Además de esto, existe el riesgo hidrogeológico, es decir, que, por la morfología del terreno, las zonas aledañas a estos ríos son susceptibles a inundaciones, debido a que su capacidad hidráulica es sobre pasado por los factores hidrológicos, como precipitación,

CAPÍTULO 2

escurrimiento, evapotranspiración, infiltración, etcétera. Para la cuenca del Río Chiquito se tiene un área de 81 kilómetros cuadrados, y una precipitación media de 974 milímetros.

En la ciudad de Morelia son conocidas las áreas inundables cada vez que hay una avenida extraordinaria, siendo estas las que están sobre los márgenes de los ríos antes mencionados; y a raíz del crecimiento poblacional del último siglo, estas áreas han sido utilizadas como zonas de asentamientos habitacionales, ocasionando un mayor riesgo hidráulico. En un inicio el re encauzamiento del Río Chiquito se había proyectado para un gasto máximo de proyecto de ciento veinticinco metros cúbicos por segundo, pero estudios efectuados en 1985 por la extinta Secretaria de Aguas y Recurso Hidráulicos, arrojaban un gasto de setenta metros cúbicos por segundo, eso, en ausencia de los puentes vehiculares, debido a la sedimentación y a la cobertura vegetal que se tiene en el cauce. Las inundaciones en la ciudad de Morelia son cada vez más frecuentes y la capacidad hidráulica de los ríos va en detrimento. Resultados de análisis para gastos máximos han dado como resultado que valores de cincuenta metros por segundo son suficientes para poner en crisis al sistema. (Arreygue R. E., Garduño M. V.H. 2004).

Muchos de los puentes que se localizan dentro de estos ríos, merman la capacidad hidráulica de los mismos, ya que tienen un claro muy bajo, dando como consecuencia un área hidráulica baja, o bien, en su sección tienen pilas que obstaculizan el paso libre del agua. Es cierto que los puentes son una parte importante del desarrollo de una adecuada red de comunicación, al librar obstáculos, en este caso ríos, pero si no se toman en cuenta aspectos hidrológicos e hidráulicos, al querer mejorar la movilidad de una ciudad, se podrán tener efectos contrarios, al ocasionar inundaciones, y como consecuencia pérdidas económicas, materiales, sociales, de salud, vidas humanas, entre muchas otras más. En la figura 1.9 se puede observar las zonas inundables en los márgenes de los ríos Chiquito y Grande.

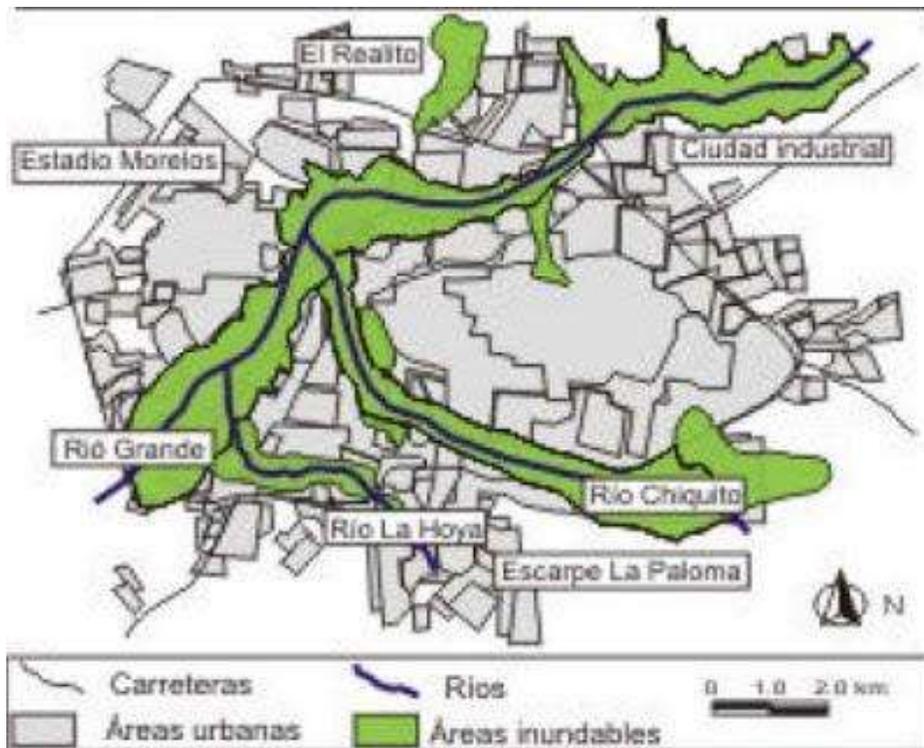


Figura 2.9 Áreas inundables de la ciudad de Morelia. (Arreygue 2004)



Figura 2.10 Desbordamiento Río Grande. (Primera plana 2017)

2.4 EVOLUCIÓN DE LOS PUENTES DE MORELIA

La necesidad del hombre por desplazarse y librar obstáculos, dio origen a la construcción de puentes, que en un inicio solo fueron troncos de madera tirados sobre un cauce o barranco. Poco a poco, con la evolución y conocimiento de los materiales, el hombre fue perfeccionando la construcción de estas estructuras, desde el uso de madera y piedra para su construcción, hasta el uso de concreto pretensado, acero y hasta puentes hechos con impresoras en 3D hoy en día.

La ciudad de Morelia, al estar, desde su fundación, enmarcada por el Río Chiquito y Río Grande, se vio desde un inicio en la necesidad de crear edificaciones que pudieran librar esos obstáculos para poder tener comunicación con el exterior de la ciudad. En un principio los puentes probablemente eran de madera o de mampostería de piedra. En la figura 1.11 se puede observar las garitas que eran instaladas en las entradas de la ciudad, que, en aquella época, coincidían con los puentes de acceso y salidas de la población.

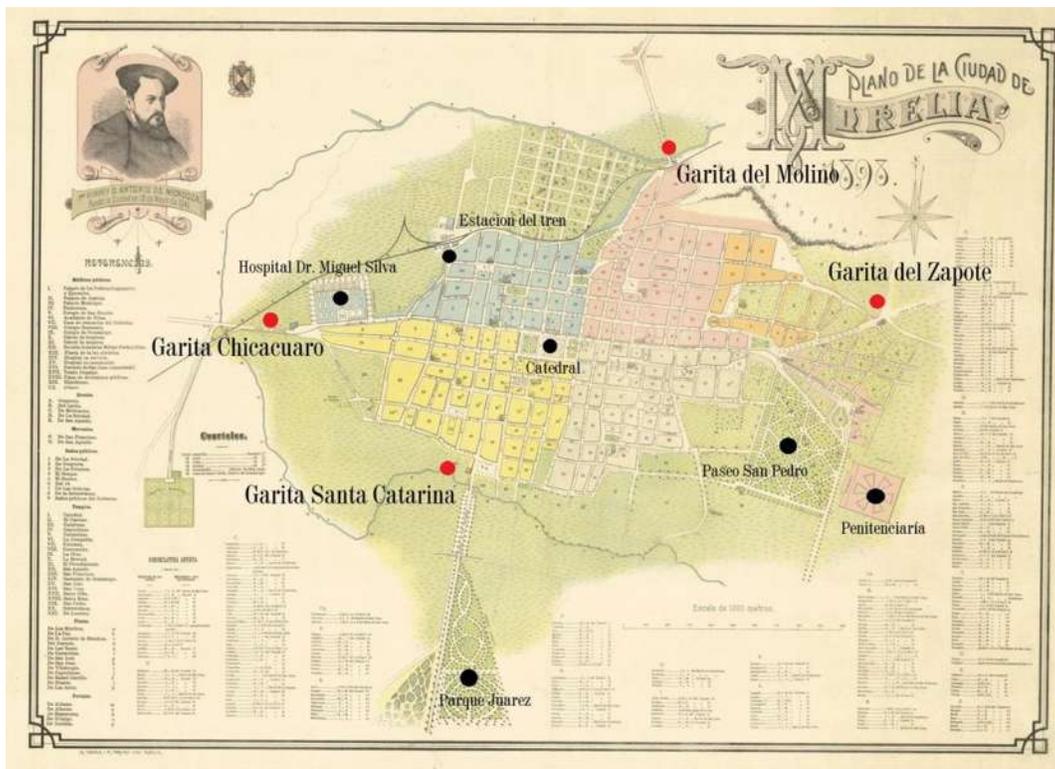


Figura 2.11 Plano de la ciudad de Morelia ubicando las garitas en servicio de la época, 1898. (espejel.com)

Tanto la garita del Molino, como la garita de Santa Catarina, coincidían con los puentes para librar el Río Grande y Río Chiquito, respectivamente. Estas garitas eran usadas para el control del comercio, como aduanas de la ciudad. Después de ser re encauzados los ríos de la ciudad, los puentes fueron demolidos y nuevos se construyeron sobre el cauce actual. En la figura 1.12 y 1.13 se observa la garita de Chicacuaro, donde al fondo se percibe la margen del río y se percibe un cruce hecho a base de mampostería. Más tarde esa garita, donde se almacenaba dinamita, asfalto, gasolina, entre otros materiales para la construcción de la carretera México-Guadalajara, explotaría en el año de 1933.



Figura 2.12 Garita de Chicacuaro, 1923. (espejel.com)



Figura 2.13 Garita de Chicacuaro inundada por desbordamiento del río, 1923. (espejel.com)

CAPÍTULO 2

Probablemente uno de los primeros puentes que se construyó ya sobre el nuevo cauce rectificado del Río Chiquito, fue el puente ubicado sobre la Avenida Juárez, en su parte central, ya que en él se observa materiales y procedimientos constructivos de la época de los años cuarenta, época donde fue re encausado el río, además de que la Avenida Juárez era la principal vía de comunicación que atravesaba el cauce rectificado del Río Chiquito. Otro de los puentes que se construyeron en la época, fue el puente en arco de dos vanos de la calle Cuautla, esto se observa por el tipo de material que se usó, mampostería de piedra, típico en esos años.



Figura 2.14 Imagen actual del tramo central del puente sobre la Avenida Juárez



Figura 2.15 Imagen actual del puente sobre la calle Cuautla

Es incierto determinar la cronología de la construcción de los puentes, ya que no se tiene un registro de los mismos. Algunos de ellos estarán por cumplir cerca de los 100 años en servicio, es por eso que es importante el catalogarlos, inspeccionarlos y contar con un inventario de los mismos. La mayoría de los puentes datan después de los años 50's, que es cuando se da la explosión demográfica en la ciudad. Para esas fechas, ya se contaba con materiales de mejor calidad, así como mejoras en las técnicas de construcción.

CAPÍTULO 2

Morelia es una ciudad con un valor inigualable en el aspecto histórico, cultural, patrimonial, económico, social entre muchos otros factores más, para el estado y para el país. Su localización le da una ventaja estratégica para comunicar ciudades como Guadalajara y León con la Ciudad de México. Su desarrollo entre ríos y crecimiento ha llevado a la necesidad de construir edificaciones para librar dichos obstáculos; es cada vez más importante el contar con información acerca de los puentes que en una ciudad se construyen, para poder tomar medidas que lleven a una mejora de la población. Sin una adecuada información, es fácil llegar a tomar decisiones equivocadas que afectan directamente al desarrollo de una ciudad.

3. SISTEMA DE PUENTES DE MÉXICO (SIPUMEX)

3.1 ORIGEN

El Sistema de Puentes de México (SIPUMEX) fue creado e instaurado en México a principios de los años noventa, para poder contar con una base de datos, donde se pudiera administrar y gestionar los puentes de la red carretera federal libre de peaje en México. Fue realizado por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) en coordinación con el ministerio de transporte de Dinamarca. Cuando se implementó, el modelo, ya era utilizado en algunos países de Europa para la gestión de puentes. El sistema surge a través de la inherente problemática que tienen las estructuras o edificaciones a deteriorarse o dañarse a través del tiempo, y la necesidad de tener un sistema de gestión donde se pueda monitorear el estado de dichas estructuras, así como la planeación de su conservación y su mantenimiento.

Una buena gestión de puentes debe basarse, en que el resultado final de esa gestión ayude en la toma de decisiones, traducándose en ahorros económicos, aumento de especificaciones de servicio, mejorar la seguridad de la vía, priorizando los puentes a mantener y conservar, no solo dando una ponderación técnica económica del mantenimiento, sino también en función de la importancia de la vía donde se encuentre. Se tiene conocimiento de los primeros sistemas de gestión para puentes alrededor de los años ochenta, en donde en un inicio solo se contaba con un inventario o base de datos con algunas observaciones de los deterioros de los puentes.

Al pasar de los años y con el desarrollo de nuevas tecnologías informáticas, esas primitivas bases de datos, fueron actualizándose, incorporando nuevos módulos y operaciones entre esas bases de datos, para dar una jerarquización automática de los puentes, costos de

CAPÍTULO 3

mantenimiento, localización en sistemas de mapas digitales, archivos fotográficos, historial de mantenimiento y rehabilitación de cada puente, etcétera.

Todo esto responde a la tendencia de dar conservación y seguimiento a las estructuras que se edifican en un país, dando un giro de sostenibilidad a la construcción y obra civil, prolongando la vida útil y aumentando su calidad de servicio.

Aunque en México aún falta mucho por construir en tema de infraestructura para el desarrollo, la tendencia mundial es invertir más en conservación y mantenimiento, que en nuevas instalaciones; una vez que se tiene cierto grado de cobertura de infraestructura en condiciones de servicio conforme a estándares internacionales, la relación costo-beneficio de dar conservación y mantenimiento a la infraestructura vial, resulta más redituable que construir nuevas vialidades.

Es de esperarse que un país, ciudad o región al desarrollarse, aumente su red de infraestructura vial y esto conlleva a un aumento en la cantidad de puentes, para permitir mejores condiciones de servicio y transitabilidad. Al aumentar la cantidad de puentes es imperativa la necesidad de herramientas para llevar a cabo una gestión de manera apropiada. Existen diversos sistemas de gestión, y aunque no es el alcance de este proyecto el analizarlos, se mencionan a manera informativa algunos de ellos en la tabla 2.1.

Los sistemas de gestión de puentes se han desarrollado más ampliamente en Europa que en América u otro continente, siendo que en México solo se lleva a cabo en los puentes de la red carretera federal, dejando a los puentes municipales a cargo de los ayuntamientos, mismos que en raras ocasiones se les da un seguimiento o gestión en su operación.

Un sistema de gestión, debe permitir al operador, tomar decisiones acertadas y oportunas, en el caso de los puentes, debe proveer la suficiente información, sobre su ubicación, características básicas, geométricas, estructurales, condición, estado y vulnerabilidad, para poder proveer al usuario condiciones de servicio seguras y eficientes. Todas estas características, han llevado al desarrollo y mejoramiento de los sistemas de gestión a través de los años, incorporando nuevas tecnologías, nuevos o mejorados procedimientos de inspección y evaluación, así como bases de datos avanzadas y operables entre ellas.

Tabla 3.1 Nombre, país y características de algunos Sistemas de Gestión de Puentes (Muñoz, 2011)

Nombre / País	Características
PONTIS EUA	Sistema de administración de puentes que asiste a las agencias de transporte en la toma de decisiones sobre el mantenimiento, rehabilitación y reemplazo de estructuras. Almacena el inventario completo y datos de inspecciones. Sistema de gestión de puentes bajo la supervisión de AASHTO. Capaz de realizar pronósticos de deterioro, recomendaciones de mantenimiento y actualizaciones de datos con sistemas de verificación en campo del puente
ADVITAM FRANCIA	Dirigido directamente a empresas, sistema vanguardista que permite la entrada de datos de modelos de elementos finitos. Se puede adaptar a cualquier método de evaluación particular. Calcula la vida del puente con modelos de deterioro y matriz de acciones sobre el puente, análisis de costos basados en el ciclo de vida del puente y posicionamiento geográfico GIS.
DANBROweb DINAMARCA	Sistema basado en tecnología de redes sin necesidad de ninguna plataforma, tan solo conexión a internet. Permite a los operadores trabajar en la misma base de datos. Se accede mediante identificación de usuario y contraseña, del responsable de la estructura.
SIPUMEX MÉXICO	El Sistema de Puentes de México (SIPUMEX), es un sistema que cuenta con los datos de los puentes de la red carretera federal libre de peaje. Incluyendo características físicas básicas, características estructurales, ubicación y estado físico. Constituido en el año 1992, con ayuda del Ministerio de transporte de Dinamarca, cuenta con un inventario, de cerca de 8,500 puentes (2014). A través del sistema se logra una jerarquización de puentes en base a su estado e importancia, optimizando recursos al atender los puentes más vulnerables.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SIPUMEX

Antes de 1980, México no disponía de un procedimiento para llevar a cabo sistemáticamente el mantenimiento de puentes de la red carretera federal. Ante esto autoridades tenían preocupaciones ante este tema, entre ellas el desconocimiento del número de puentes existentes, si dichos puentes soportarían las cargas permitidas en el país, y sobre todo no se contaba con un sistema que pudiera permitir la gestión y control de dichos puentes. Entre los años de 1992 y 1994 se implementó el SIPUMEX en México, tratando de adaptar algún modelo de otro país que hubiera funcionado anteriormente y que se adecuara a las necesidades de México. El SIPUMEX es un sistema que cuenta actualmente con información de alrededor de ocho mil quinientos puentes de la red carretera federal libre de peaje. (SCT, 2014) Es un sistema basado en el Sistema de Administración de Puentes, DANBRO, de Dinamarca, del ministerio de transporte de ese país, mismo que ayudó en la creación del sistema mexicano. Actualmente muchos países cuentan con sistema de gestión de puentes, en la figura 2.1, se puede observar la distribución de sistemas de gestión de puentes en el mundo.



Figura 3.1 Implantación mundial de sistemas de gestión de puentes. (Martínez, 2016)

La descripción completa del SIPUMEX está dada por volúmenes que ha publicado la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, los cuales son un volumen general, con la descripción básica del sistema, volumen de Inventario, donde se detalla los aspectos básicos y datos generales del puente a catalogar en la base de datos, volumen de Inspección Principal en el cual describe todos los elementos a examinar de cada puente, para después poder jerarquizar y ponderar los puentes de acuerdo a su estado de deterioro, Inspección Especial en caso de requerirse alguna inspección de algún elemento más detallada o más allá de una inspección visual; Inspección de Rutina, Mantenimiento Menor y Limpieza, detallando acciones de mantenimiento, y por ultimo Jerarquización de trabajos de reparación, donde en base a la calificación e importancia del puente el sistema priorizaba la atención de puentes.

El objetivo principal del SIPUMEX es el clasificar la infraestructura de puentes de la red de carreteras federales de México en función del estado de degradación, estableciendo los niveles de prioridad para su atención. Además de ser un sistema integral de gestión.



Figura 3.2 Plataforma para inspección de puentes

CAPÍTULO 3

El sistema SIPUMEX da una calificación de 0 a 5 en base a su estado de deterioro, siendo 0 la mejor y 5 la calificación más baja, es decir con mayor deterioro, en la tabla 2.2 se muestran las calificaciones del sistema SIPUMEX. Se considera que una calificación por encima de 3, son puentes que necesitan atención prioritaria, porque pueden presentar fallas en un periodo de tiempo corto o bien, pueden estar al borde de una falla total. Esta calificación general del puente, sirve para priorizar el mantenimiento y atención de los puentes en estudio. En el estudio sobre los puentes de Morelia, más adelante se observa que casi el 30% de los puentes tiene una calificación 3 o superior. En México alrededor del 20% de los puentes que comprendía la red federal de carreteras para 2014, estaban con una calificación de 3 o más. En la figura 2.3 se puede observar la distribución de los puentes en México en base a la calificación dada por el sistema de gestión.

Tabla 3.2 Calificaciones del SIPUMEX en base al estado de deterioro

CALIFICACIÓN	ESTADO
0	Estructuras recientemente construidas o reparadas, sin problemas. Sin daño o daño insignificante
1	Puentes en buen estado. No requieren atención. Daño pequeño pero no es necesario reparación (excepto mantenimiento menor)
2	Puentes con problemas menores. Plazo de atención indefinido. Algún daño, reparación necesaria cuando se presente la ocasión. El componente funciona como se diseñó.
3	Daño significativo, reparación necesaria en un plazo de 2 a 4 años. Daño significativo, reparación necesaria muy pronto.
4	Daño grave, reparación necesaria en un plazo de 1 a 2 años. Daño grave, reparación necesaria inmediatamente.
5	Daño extremo o riesgo de falla total. Se requiere reparación inmediata o al año siguiente. Daño extremo, falla total o riesgo de falla total del componente.

En la tabla 2.3 se puede observar diferentes rangos de calificación de sistemas de gestión de puentes en el mundo. La mayoría de ellos utilizando un sistema de calificación en base a una inspección visual detallada de los elementos que conforman el puente.

Tabla 3.3 Rangos de calificación de sistemas de gestión de puentes. (IABMAS, 2010.)

País	Nombre	Rangos, Evaluación, Elementos
Canadá	OBMS	Cuatro (4) niveles / efectos identificados y cuantificados mediante una inspección visual detallada.
Dinamarca	DANBRO	Rango de 0 a 5 mediante inspección visual detallada.
Finlandia	FBMS	Rango de 0 a 4, calificando nueve partes estructurales.
Alemania	GBMS	No se especifica.
Irlanda	EIRSPAN	Rango de 0 (mejor) a 5 (peor), 13 elementos estructurales calificados.
Italia	APTBM	De 0 (mejor) a 5 (peor) o 0 (mejor) a 3 (peor) según elementos a calificar.
Japón	RPIBBMS	Rangos de calificación de 1 a 5 en 35 tipos de elementos.
Corea	KRBMS	Los elementos tienen rango de calificación (A-E), basado en la inspección visual.
Letonia	LAT BRUTUS	Rango de 1 a 4 mediante inspección visual detallada.
Países Bajos	DISK	Rango de 1 a 6 mediante una inspección visual detallada.
Polonia	SMOK	Rangos de Calificaciones 0 (mejor) a 5 (pero)
España	SGP	Cada daño es evaluado por tres factores (la extensión, intensidad y evolución), hay un criterio fijo con el fin de evitar subjetividad.
Suecia	BATMAN	Rangos de 0 a 3 basados en inspección visual.
Suiza	KUBA	Rangos de 0 a 5 basados en inspección visual.
USA	PONTIS	Rangos de calificación de 0 a 4.

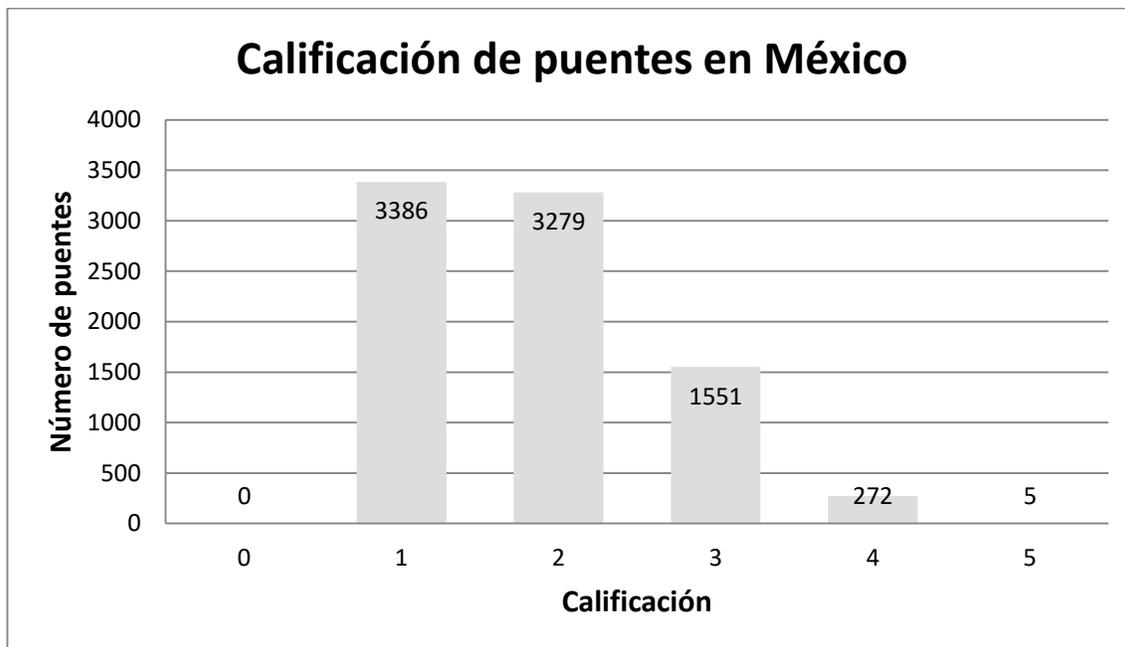


Figura 3.3 Calificación de los puentes de México. (SCT, 2014)

El SIPUMEX funciona a base de módulos, donde cada módulo, contiene información de cada uno de los puentes, la cual servirá para poder en su totalidad ser un sistema de gestión integral.

El inventario es un módulo donde se registra toda la información básica del puente, como ubicación, datos estructurales, datos geométricos, administrativos, de construcción, entre otros. Para la toma de datos del inventario, se tienen formatos ya establecidos para uniformizar la información y poder darle un mejor manejo. Cada puente le es asignado un identificador para después poder enlazarlo con los otros módulos.

La inspección principal, es el siguiente modulo, en el cual se realiza una inspección visual de cada uno de los elementos, siendo en total 14 de estos. Existe también un formato estándar de inspección, de igual manera, con el fin de estandarizar y uniformizar la información de inspección.

Las inspecciones especiales, es el modulo donde se detallan inspecciones necesarias más allá de la inspección visual, esta inspección se realiza con equipo especializado. Se realiza cuando existe duda en la inspección visual acerca de algún elemento.

En la Jerarquización se establece la prioridad de atención de los puentes, en base a las inspecciones realizadas, el tránsito diario promedio anual (TDPA), capacidad de carga de los puentes, entre otras.

En el módulo de Catalogo de conceptos, se establece un libro de costos para trabajos de mantenimiento y reparación.

Existe un módulo de Mapas, donde se ubica la localización de todos los puentes que existen en el inventario.

Reparación de puentes, en el cual existen reparaciones con base en las inspecciones.

En el módulo Análisis Costo-Beneficio, se realiza una ponderación de alternativas de reparación, costos de operación, desviación de tráfico para determinar si es viable su reparación.

En el módulo de Inspecciones Rutinarias se registra información de inspecciones superficiales y rápidas de los puentes para el funcionamiento adecuado del puente y garantizar seguridad en el tránsito del día a día.

El siguiente modulo es el de Mantenimiento Menor y Limpieza donde se proponen acciones de mantenimiento rutinario.

El módulo de fotografías, permite almacenar evidencia fotográfica de la evaluación de los puentes durante la inspección principal.

Rutas para transporte pesado y evaluación de la capacidad de carga es el modulo que sirve para determinar rutas de vehículos pesados para no dañar la estructura del puente en base a su capacidad de carga.

Por ultimo está el módulo de archivo, donde se maneja todo el material de consulta del SIPUMEX.

3.3 INVENTARIO

En el módulo de Inventario, corresponden a las características generales del puente, tanto geométricas como de ubicación. Detallando cada uno de los elementos que conforman el puente en función de materiales, dimensiones, diseño, etc.

Los datos incluidos en el inventario se detallan en la figura 2.4, formato que se usó en el presente trabajo para realizar el inventario de los puentes vehiculares de Morelia.

En el inventario se describen las características básicas del puente o datos generales. En primer lugar, se da una identificadora del puente, el cual es único por puente. Dentro del SIPUMEX se da de acuerdo al número de estado, número de carretera, tramo, ramal y sub ramal. En el presente trabajo, al ser en un inicio pocos puentes, se comenzó con una numeración secuencial del 01 al 30. Posteriormente se pretende, de acuerdo al organismo operador, establecer un identificador que convenga a este organismo para su identificación.

El nombre del puente lo asigna el organismo operador y se da de acuerdo alguna característica local, geográfica o particular de ese puente. La fecha del inventario, es de acuerdo al momento en el que se realizó el inventario, misma que de sufrir modificaciones se renueva. El apartado de iniciales se refiere a las letras iniciales del encargado de realizar el inventario, consta de caracteres alfabéticos. El kilometraje es la distancia medida desde el origen del kilometraje hasta el centro del puente. El tramo corresponde a los dos puntos de unión de la carretera en cuestión. La posición geográfica, se da para poder utilizarla en mapas de información geográfica, generalmente viene en coordenadas geográficas y UTM, así como la altitud respecto al nivel medio del mar.

El año de construcción se registra en caso de tener conocimiento, de igual manera el año de su reconstrucción, modernización, ampliación o reforzamiento según se tenga registro.

Se registra la carga de diseño con la cual fue calculado el puente estructuralmente, así como su distribución de carga, si es en un sentido o dos sentidos. La dirección del kilometraje, se anota según la dirección del cadenamiento. Por último en esta sección se define si es un paso superior o inferior de acuerdo a la nomenclatura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

INVENTARIO	
Id. De puente:	_____
Nombre del puente:	_____
Fecha:	_____ Iniciales: _____
Kilometraje:	_____
Tramo:	_____
Posición geográfica:	_____
Altitud:	_____ m.s.n.m. (metros sobre el nivel medio del mar)
Año de construcción:	_____ Año de reconstrucción: _____
Carga de diseño:	_____ Clase de distribución de carga: _____
Dirección de kilometraje:	_____ Paso superior/inferior (S/I): _____
Obstáculo que cruza:	
Tipo de pasaje:	_____
Identificación de la carretera:	_____ Kilometraje: _____
Espacio libre:	
Sobre el puente (m):	I: _____ IM: _____ DM: _____ D: _____
Abajo del puente (m):	I: _____ IM: _____ DM: _____ D: _____
Requisitos de inspección: _____	
No. de secciones de inspección: _____	Número de claros: _____
Longitud del claro mínimo (m): _____	Longitud del claro máximo (m): _____
Longitud total (m): _____	Ancho total (m): _____
Ancho del camellón (m): _____	Ancho de la calzada (m): _____
Ancho de la banqueta izquierda (m): _____	Ancho de la banqueta derecha (m): _____
Ancho entre bordillos (m): _____	Ancho del acceso (m): _____
Puente en curva (S/N): _____	Esviajamiento (gra): _____
Tipo de parapeto: _____	Parapeto inclinado (S/N): _____
Tipo de superficie de desgaste: _____	Tipo de juntas de expansión: _____

Figura 3.4 Formato de Inventario para la toma de datos. (1/2)

CAPÍTULO 3

Superestructura, tipo principal:	
Diseño tipo (S/N): _____	Diseño de la sección transversal: _____
Diseño de la elevación: _____	Material: _____
Superestructura, tipo secundario:	
Diseño tipo (S/N): _____	Diseño de la sección transversal: _____
Diseño de la elevación: _____	Material: _____
Estribos:	
Tipo _____	Material: _____
Tipo de cimentación _____	
Pilas:	
Tipo _____	Material: _____
Tipo de cimentación _____	
Apoyos:	
Tipo de apoyos fijos en soportes: _____	Tipo de apoyos fijos en traveses: _____
Tipo de apoyos móviles en soportes: _____	Tipo de apoyos móviles en traveses: _____
Miembros interesados:	
Dueño: _____	Responsable de las inspecciones: _____
Cooperador: _____	Proyectista: _____
Observaciones:	

Figura 3.5 Formato de Inventario para la toma de datos. (2/2)

En seguida se dan datos sobre el obstáculo que cruza el puente. Identificando el tipo de pasaje que converge con el puente en cuestión. Este tipo de pasaje para el trabajo en estudio, siempre será un río. En caso de ser una carretera, se identifica con el nombre y el kilometraje.

La sección que sigue en el inventario, es el espacio libre del puente, donde se registra los gálibos tanto superiores como inferiores. En la tabla 2.4 se muestra como debe medirse.

Dentro de los requisitos de inspección se registra si al puente en cuestión es necesario llevar equipo de inspección especial como canastillas, botes u otros.

En seguida se denotan los datos geométricos de los puentes, los cuales son:

Numero de claros: Número total de claros del puente

Longitud de claro mínimo: Es la longitud del claro más corto.

Longitud de claro máximo: Es la longitud del claro más largo.

Longitud total: Longitud total de la superestructura del puente

Ancho del camellón: Es el ancho del camellón en caso de contar con él o la suma del ancho de los camellones en caso de contar con dos o más.

Ancho de la calzada: Ancho total ocupado por el tránsito.

Ancho de banqueta: Ancho de banqueta, izquierda o derecha según el cadenamiento.

Ancho entre bordillos: Es el ancho entre guarniciones, en caso de no contar se toma entre parapetos.

Ancho del acceso: Ancho total de la calzada fuera del puente.

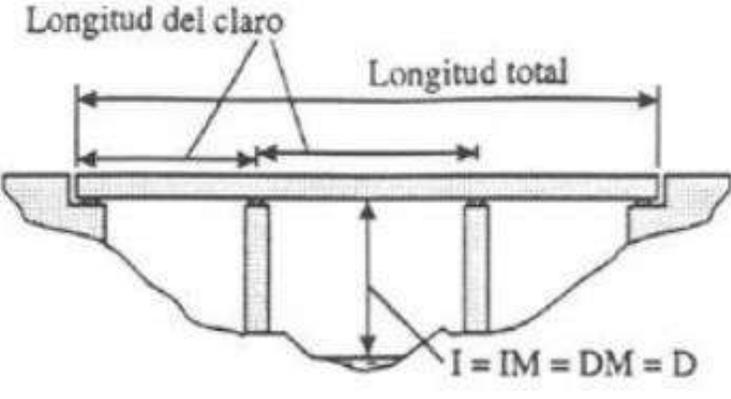
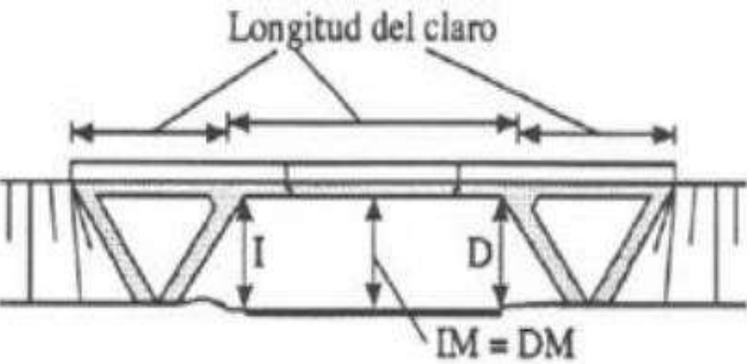
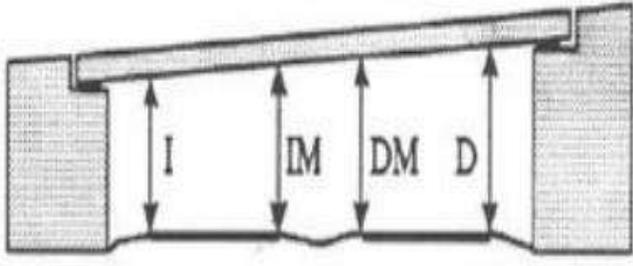
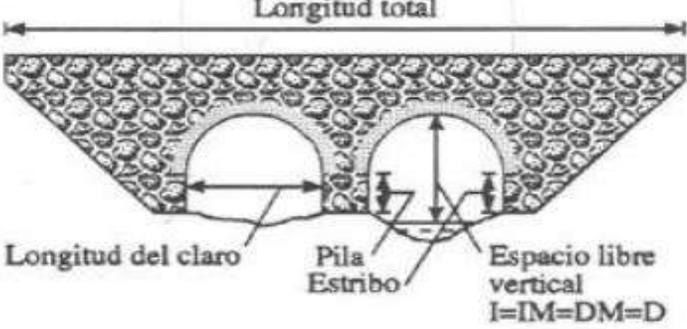
Puente en curva: hace referencia si el puente en su plano horizontal se encuentra en curva.

Esviajamiento: El esviajamiento es el ángulo entre la línea del centro de una pila y una perpendicular a la línea de centro del puente.

Tipo de parapeto: Se indica la estructura del parapeto con la que cuenta el puente.

CAPÍTULO 3

Tabla 3.4 Esquemas representativos para la medición del espacio libre. (SIPUMEX, 1994)

 <p>Longitud del claro</p> <p>Longitud total</p> <p>$I = IM = DM = D$</p>	<p>Puente con cauce variable.</p>
 <p>Longitud del claro</p> <p>$IM = DM$</p>	<p>Puente con paso inferior horizontal</p>
 <p>I IM DM D</p>	<p>Puente con pendiente diferente a la horizontal</p>
 <p>Longitud total</p> <p>Longitud del claro</p> <p>Pila Estribo</p> <p>Espacio libre vertical</p> <p>$I = IM = DM = D$</p>	<p>Puente en arco</p>

Parapeto inclinado: Hace referencia si el parapeto muestra una inclinación.

Tipo de superficie de desgaste: Tipo de superficie de rodamiento del tránsito.

Tipo de junta de expansión: Tipo de junta de expansión entre secciones del puente o terraplenes de aproximación.

En seguida se detalla las características básicas de la superestructura, indicando si es que existen dos diferentes tipos, principal y secundario. Se indica si es un diseño tipo, que indica si son estructuras de diseño estándar elaborados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Se indica también el diseño de la sección transversal y de elevación. Según corresponda a cada puente. El material de la estructura forma también parte del inventario.

En la parte de estribos y pilas se indica el tipo de estos, el material y la cimentación que tienen cada uno de ellos. En el Manual de Inventario del SIPUMEX, se detalla los materiales, tipos de cimentación y tipos de estribos y pilas, así como su codificación para el Sistema que contiene la base de datos de los puentes de la red carretera federal libre de peaje.

Se anota el tipo de apoyos móviles y fijos tanto en los soportes y en las trabes, en caso de contar con una estructura a base de trabes tipo Gerber.

En la parte de miembros interesados se registra el operador del puente, el proyectista, dueño y responsable de las inspecciones.

Por último, y no menos importante, se anotan las observaciones que el responsable del inventario y/o inspecciones considere apropiadas para un registro y una base de datos más completa. En el tomo dos, Inventario, del SIPUMEX, se detalla cada una de las características que conforman dicho inventario, así como una codificación que usa el sistema para poder identificar cada aspecto de cada una de las características del puente.

Junto con el manual General, el manual de Inspección da una descripción detallada de la base técnica y administrativa para el inventario de puentes. Sistema que se basa en los principios del sistema de administración de puentes danés, DANBRO. (SIPUMEX, 1994)

El inventario que se realizó en el presente trabajo, cuenta con las características de los 30 puentes en estudio. Mismos que son operados por el ayuntamiento de Morelia, que, a través

del departamento de Obras Públicas, se encarga de su mantenimiento y gestión, y cualquier asunto relacionado con ellos.

3.4 INSPECCIÓN

Dentro de la inspección, el SIPUMEX incluye una exploración visual de todas las partes de la estructura. La inspección de los puentes forma una parte vital del sistema de gestión. Esta segunda parte se hace con el fin de evaluar la necesidad de reparaciones, monitorear cambios en su condición y la ejecución de mantenimiento menor y limpieza. (Sánchez, 2014).

Dentro del sistema de puentes de México, se cuenta con tres tipos de inspecciones, principal, especial y rutinaria. La inspección principal se realiza cada determinado tiempo, en función del estado o calificación del puente, variando de 1 hasta 3 o 4 años. La inspección especial se realiza cuando la calificación de un elemento del puente no puede determinarse con una inspección visual, requiriendo otros métodos más especializados, generalmente estas inspecciones están a cargo de expertos en el área. Por último están las inspecciones rutinarias de mantenimiento menor y limpieza, normalmente se realizan junto con la inspección principal, y esta revisa que el puente tenga un mantenimiento y limpieza adecuado para el tránsito del día a día.

Dentro del reporte de inspección, se anexan fotografías de los elementos de cada puente, que dan testimonio de la evaluación, así como para formar parte del archivo y base de datos del inventario. En la figura 2.5 se muestra el formato de inspección utilizado en el presente trabajo para la toma de datos. En la hoja de inspección principal se incluye la calificación de los puentes que va de cero, siendo la mejor calificación, hasta cinco, siendo la más crítica y peor de las calificaciones. Se incluye también una calificación desconocida, denotada por un signo de interrogación, y esta se usa cuando no se tiene conocimiento del estado del elemento o no es posible determinar con exactitud su estado, por diferentes causas.

INSPECCIÓN PRINCIPAL DE PUENTES									
Identificación del puente							Hoja	1	
Sección de inspección No:			Fecha:			Iniciales:			
Tráfico: TDPA:		Tiempo			Temperatura				
Componente	F	C	M	I	E	Tipo de Daño / Observaciones	R	T	C
	o	a	a	n	n		B	P	E
os	t	l	nt	s	s		-	-	-
1 Superficie de puente									
2 Juntas de expansión									
3 Banqueta / Camellón									
4 Parapeto / Pasamanos									
5 Conos / Taludes									
7 Aleros / Estribos									
8 Pilas									
9 Apoyos									
10 Losa									
11 Largueros / Traves									
12 Cauce									
13 Otros elementos									
14 Puente en general									

Año de la próxima inspección principal:									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Calificación

- 0 Sin daño o daño insignificante
- 1 Daño pequeño pero no es necesario reparación (excepto mantenimiento menor)
- 2 Algún daño, reparación necesaria cuando se presente la ocasión. El componente funciona como se diseño
- 3 Daño significativo, reparación necesaria muy pronto
- 4 Daño grave, reparación necesaria inmediatamente
- 5 Daño extremo, falla total o riesgo de falla total del componente
- ? Desconocido

Figura 3.6 Formato de Inspección

CAPÍTULO 3

Dentro del formato de inspección se anotan el identificador del puente, que corresponde al descrito en la parte de inventario. El número de sección de inspección, si es que el puente cuenta con varias secciones o la inspección se realiza en dos o más secciones por practicidad o alguna otra causa. Para efectos de este trabajo, los treinta puentes en estudio solo tuvieron una sección de inspección. Se registra la fecha de inspección, las iniciales del encargado de la inspección, el tiempo, soleado, nublado, lluvioso, seco, etcétera y temperatura en el momento de la inspección, el tráfico diario promedio anual, que para efectos del presente trabajo se dejó sin registrar, debido al tiempo acotado de la investigación y a falta de datos por parte de los organismos operadores de los puentes; de igual manera se registra el año de la próxima inspección principal de acuerdo al estado de los puentes. En el presente trabajo, se recomienda una inspección de los treinta puentes cada año, para poder llevar un registro del deterioro que sufren los puentes.

La metodología para realizar la inspección se describe a continuación:

Tener el equipo de inspección adecuado.

Asegurarse de que sea el puente correcto.

Revisar el inventario e inspección existente. Si es que la hay.

Utilizar el mismo procedimiento de inspección, foto de identificación del puente, inspección de componentes sobre el puente, inspección de taludes, estribos y barreras, toma de fotografías necesarias para la inspección, inspeccionar parte debajo del puente, pilas, apoyos, cauce, estribos y apoyos.

Realizar la condición de rango del puente en general.

El utilizar el mismo procedimiento o seguirlo tanto como sea posible hace más fácil evitar el olvidar cualquier cosa o el cometer errores a la hora de inspeccionar.

La inspección principal contempla catorce componentes a inspeccionar y evaluar, los cuales se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 3.5 Elementos a inspeccionar de los puentes (SIPUMEX, 1994)

Elemento	Delimitación
Superficie del puente	Comprende superficies asfálticas o de concreto sobre el puente y en los accesos.
Juntas de expansión	Incluye todos los componentes de construcción de la junta de expansión, incluyendo capas especiales.
Banqueta / Camellón	Contiene las superficies y guarniciones en banquetas y camellones.
Parapeto / Pasamanos	Comprende parapetos y pasamanos a orillas del puente
Conos / Taludes	Incluye taludes y conos de protección
Aleros	Abarca aleros y posibles muros de contención
Estribos	Alcanza las estructuras completas del estribo incluyendo diafragma, coronas, bando de apoyo y partes visibles de las zapatas
Pilas	Incluye toda la estructura de la pila al igual que el estribo
Apoyos	Comprende apoyos en estribos, pilas y en cantiléver.
Losa	Parte superior de la superestructura que no es larguero o trabe, incluye posibles aceras en voladizo.
Largueros / Trabes	Incluye vigas principales, transversales, diafragmas, contravientos, etc.
Cauce	Comprende el cauce aguas arriba y aguas abajo del puente, así como el área bajo el puente.
Otros elementos	Elementos significativos del puente que no estén dentro de los otros elementos.
Puente en general	Condición del puente global del puente. El rango de la estructura es determinado por el tipo de elemento o componente dañado, extensión, desarrollo esperado y la influencia que tiene sobre el flujo del tráfico.

CAPÍTULO 3

Dentro de la hoja de inspección, se registra el número de fotos tomadas de cada elemento, la calificación del elemento, el mantenimiento del elemento, denotado por un signo + si el mantenimiento se ha llevado a cabo de manera correcta y periódicamente de lo contrario se denota con un signo de -. Se anota si el elemento requiere de una inspección especial por no poder determinar el deterioro o calificación con una inspección visual.

Se determina también el tipo de daño y observaciones del elemento que se inspecciona. El cual puede ser daño estructural, impacto, asentamiento, movimiento, erosión, socavación, corrosión, daño de concreto, descomposición u algún otro que aplique al elemento a evaluar.

Para la realización de la evaluación el sistema da una guía de cómo dar la calificación de acuerdo al tipo de elemento, por lo general en estructuras de concreto se puede considerar lo siguiente:

Todos los anchos de grietas menores a 0.3 mm, se supondrá que los esfuerzos no son demasiados altos, dando una calificación de 1 o 2.

Si el ancho de la grieta esta entre 0.3 y 0.6 mm el esfuerzo al que está sometida la estructura de concreto debe ser alto, aunque no significaría daño extremo por lo que se pudiera dar la calificación de 2.

Si el ancho de la grieta es mayor a 0.6 mm indica esfuerzos muy altos y se puede presentar daño, la calificación será de 3 o 4.

Es necesario que el inspector a cargo de las evaluaciones sea experimentado en esta área, y pueda distinguir los tipos de daños de una estructura y estimar su evolución, esto con el fin de evitar la subjetividad en la calificación, ya que esta es cualitativa y depende, en gran parte, del observador y de la experiencia que pueda tener.

Los trabajos de mantenimiento menor y limpieza incluyen deficiencias en la construcción del puente como remoción de cimbra, remoción de derrames de concreto, barrido de superficie, etcétera. Inspecciones especiales se requieren cuando el inspector considere que es necesario el punto de vista de alguien con conocimientos más especializados.



Figura 3.7 Inspección de puente vehicular de Morelia. 2016

Los sistemas de gestión de puentes en el mundo son cada vez más frecuentes, y su instauración en cada vez más países deja ver la necesidad de contar con métodos que provean información a operadores de sistemas viales; es necesario para un desarrollo sustentable el poder contar con información acerca de las estructuras que se construyen. El Sistema de Puentes de México (SIPUMEX) es una herramienta de gestión de puentes en México que permite un adecuado manejo de la información y mantenimiento de los puentes vehiculares. Desde su implementación ha sido herramienta primordial para la toma de decisiones dentro del departamento de conservación de puentes. En Morelia no se cuenta con ningún sistema de gestión para los puentes municipales a cargo del ayuntamiento, siendo estos una parte importante dentro del sistema vial de la ciudad. Es por eso que la inspección y evaluación a través del SIPUMEX nos permite contar con una base de datos e información oportuna para la toma de decisiones, dando a los usuarios, características de servicio con estándares óptimos.

CAPÍTULO 3

A pesar de que el SIPUMEX maneja una inspección visual que se traduce en una evaluación cualitativa, da una muy acertada información acerca del estado y deterioro de un puente, siendo esta metodología usada por diferentes sistemas de gestión de puentes alrededor del mundo con buenos resultados.

Hoy por hoy, Morelia necesita un sistema de gestión de puentes que se pueda adaptar a las necesidades de la ciudad, evolucionando conforme lo haga el sistema vial y de puentes. Por esta razón en el presente trabajo, se desarrolla también un sistema básico de gestión de puentes para la ciudad de Morelia, basado en plataforma web, denominada SIPUMORE, mismo que toma características del SIPUMEX adaptadas a los puentes de la ciudad, con la propiedad de mejorar o ampliar el sistema, de acuerdo a las necesidades del operador y del usuario.



Figura 3.8 Pantalla principal del Sistema de Puentes de Morelia

4.2 PUENTES SOBRE RÍO CHIQUITO

4.2.1 01 AV. CAMELINAS - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 01, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y Avenida Camelinas. El puente se ubica en el km 0+000 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Av. Camelinas-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veinte de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.057' Norte, 101° 09.952' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 272,948.41, 2'177,991.41 y una altitud de 1,903 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.2.

El espacio libre debajo del puente es de 3.06 metros, consta de un claro de 21.03 m con un ancho total de 44.75 metros un camellón de 10.50 metros, ancho de calzada y entre bordillos de 28.90 metros al igual que el acceso. Posee un esviajamiento de 45°, cuenta con un parapeto ligero de acero, superficie de desgaste combinada, concreto en la parte central y asfalto en las laterales, juntas a base de ángulo o placa vertical de acero.

La superestructura es a base de losa de concreto y veinte vigas de acero de 1 metro de peralte y 1 ½" de espesor simplemente apoyadas de sección transversal constante. Su cimentación es directa a través de estribos de concreto reforzado y apoyos de neopreno. Posee 4 diafragmas metálicos para unir las vigas.



Figura 4.2 Ubicación del puente Av. Camelinas – Río Chiquito (Google Earth, 2017).

La inspección del puente se realizó el 20 de octubre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 23°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se puede observar desprendimiento de agregado de la carpeta asfáltica en los carriles laterales del mismo. Ocasionando acumulación de agua, mala circulación y acumulación de polvo y suelo. Su calificación corresponde a 2, ya que solo se presenta en los carriles laterales, con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.3.



Figura 4.3 Superficie de desgaste del puente en los carriles laterales. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Las juntas no pueden ser vistas debido al reencarpetamiento que tiene el puente por lo que no trabajan adecuadamente. Su calificación es de 3. Figura 3.4.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta presenta juntas constructivas mal elaboradas, habiendo desprendimiento de concreto y fracturas. El camellón se encuentra en buen estado, sirviendo de área verde en el puente. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-), debido a la acumulación de vegetación y suelo en la banqueta. Figura 3.5.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado, siendo este pintado recientemente. Su calificación es de 0 con mantenimiento positivo (+). Figura 3.5

05 Conos / Taludes. Los taludes reciben calificación 1 estando en buen estado. Figura 3.6.



Figura 4.4 Juntas de expansión. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.



Figura 4.5 Banqueta y Parapeto. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.

06 Aleros. Se encuentran en buen estado, solo requiere mantenimiento menor, y aplanado en zonas aisladas. Se da una calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.7.



Figura 4.6 Conos / Taludes revestidos con concreto. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito.



Figura 4.7 Alero y estribo de concreto. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito

07 Estribos. Se encuentran en buen estado dando una calificación de 2, requiriendo limpieza y pintura. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.7.

08 Pilas. El puente no cuenta con pilas.

09. Apoyos. Calificación de 1, requiere limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.8.



Figura 4.8 Apoyos. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito

10 Losa. La losa se encuentra recientemente reconstruida, por lo que recibe calificación de 0 y un mantenimiento positivo (+). Figura 3.9.



Figura 4.9 Losa. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito

11 Largueros / Trabes. Presentan principios de oxidación, por lo que se recomienda pintura. Se da una calificación de 2 y un mantenimiento negativo (-). Figura 3.10.



Figura 4.10 Largueros / Trabes. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito

12 Cauce. El cauce se encuentra azolvado y obstruido por vegetación. Se da una calificación de 3. Se recomienda limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.11.



Figura 4.11 Cauce. Puente Av. Camelinas-Río Chiquito

13. Otros elementos. Sin elementos adicionales.

14. Puente en general. El puente funciona como se diseñó, solo se requiere mantenimiento menor. Obtiene una calificación de 2. Se recomienda inspeccionar en un año. Figura 3.12.



Figura 4.12 Vista general del puente Av. Camelinas – Río Chiquito.

4.2.2 02 ANTONIO DEL MORAL - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 02, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y Calle Antonio del Moral. El puente se ubica en el km 0+465. El nombre del puente es Antonio del Moral-Río Chiquito. La fecha de toma de datos para su inventario fue el 19 de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.125' Norte, 101° 10.208' Oeste, y en coordenadas UTM de acuerdo a la zona geográfica 272,502.96, 2'178,121.70, con una altitud de 1,902 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.13.



Figura 4.13 Ubicación del puente Antonio del Moral – Río Chiquito (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 2.80 metros, consta de un claro de 22.30 metros con un ancho total de 12.00 metros, el ancho de calzada es de 9.80 metros con banquetas a ambos lados de 1.10 metros de ancho, el acceso es de 9.80 metros, con un esviajamiento de 0°. Cuenta con un parapeto ligero de acero, con una superficie de desgaste de asfalto y juntas de expansión a base de ángulos o placas verticales de acero. La superestructura consta de 7 vigas tipo AASHTO unidas con 3 diafragmas de concreto armado apoyados en placas de neopreno, losa de concreto armado. Su cimentación es a base de estribos con cimentación directa de concreto reforzado.

La inspección del puente se realizó el día 19 de octubre del 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 24°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se puede observar desprendimiento de agregado fino. Su calificación corresponde a 2, con un mantenimiento negativo (-). Se recomienda tratar la superficie con un riego de sello. Figura 3.14.



Figura 4.14 Superficie de rodamiento. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Las juntas se encuentran obstruidas por asfalto por lo que no trabajan adecuadamente. Su calificación es de 3. Figura 3.15.



Figura 4.15 Juntas de expansión. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado con un mantenimiento adecuado y positivo (+). Calificación de 0. Figura 3.16

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado, siendo este pintado recientemente. Su calificación es de 0 con mantenimiento positivo (+).



Figura 4.16 Banqueta y parapeto. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Los taludes reciben calificación 1 estando revestidos y en buen estado. Con un mantenimiento negativo (-) debido a escasa maleza presente. Figura 3.17.



Figura 4.17 Banqueta y parapeto. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

06 Aleros. El puente no cuenta con aleros.

07 Estribos. Se encuentran en buen estado dando una calificación de 2, requiriendo limpieza y pintura. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.18.



Figura 4.18 Estribo. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

08 Pilas. El puente no cuenta con pilas.

09. Apoyos. Calificación de 1, requiere limpieza. Mantenimiento negativo (-).

10 Losa. En buen estado, calificación de 1 y mantenimiento positivo (+). Figura 3.19.



Figura 4.19 Sección de losa. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

11 Largueros / Trabes. Presentan humedad aislada, se recomienda. Se da una calificación de 1 y un mantenimiento negativo (-). Figura 3.20.



Figura 4.20 Largueros / Trabes. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra azolvado y obstruido por vegetación. Se da una calificación de 2. Se recomienda limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.21.



Figura 4.21 Cauce. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

13. Otros elementos. Sin elementos adicionales.

14. Puente en general. El puente funciona como se diseñó, solo se requiere mantenimiento menor. Obtiene una calificación de 2. Se recomienda inspeccionar en un año.



Figura 4.22 Vista general. Puente Antonio del Moral – Río Chiquito.

4.2.3 03 BLVD. AGUSTÍN ARRIAGA RIVERA - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 03, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y Blvd. Agustín Arriaga Rivera. El puente se ubica en el km 0+800. El nombre del puente se da como Blvd. Agustín Arriaga Rivera-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veintiocho de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 41.174'$ Norte, $101^{\circ} 10.387'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 272,191.64, 2'178,215.15 y una altitud de 1,900 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.23.



Figura 4.23 Ubicación del puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera-Río Chiquito (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 2.50 metros, consta de un claro de 19.20 metros con un ancho total de 26.40 metros un camellón de 5.00 metros, ancho de calzada y entre bordillos de 17.20 metros al igual que el acceso. Banquetas a ambos lados de 2.10 metros de ancho, esviajamiento de 0° , cuenta con un parapeto a base de muro de ladrillos, superficie de asfalto, juntas a base de ángulo o placa vertical de acero. La superestructura es a base de doce vigas AASHTO, unidas con 5 diafragmas de concreto reforzado, losa de concreto de sección transversal constante, con apoyos de neopreno. Su cimentación es directa a través de estribos con aleros integrado de concreto reforzado.

La inspección del puente se realizó el 24 de octubre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 22°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se observa desprendimiento de agregado de la carpeta asfáltica en el terraplén de aproximación, grietas y fisuras. Su calificación corresponde a 3, con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.24.



Figura 4.24 Superficie. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. No pueden ser vistas debido a la obstrucción con material asfáltico. Trabajando inadecuadamente. Calificación de 4, mantenimiento negativo (-) Figura 3.25.



Figura 4.25 Juntas de expansión. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado, así como el camellón, faltando solo piezas aisladas de cantera sobre este último. Su calificación es de 1 con un mantenimiento negativo (-), Figura 3.26.



Figura 4.26 Banqueta. Camellón. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado, siendo este pintado recientemente. Su calificación es de 0 con mantenimiento positivo (+). Figura 3.26.

05 Conos / Taludes. Los taludes reciben calificación 0 estando en buen estado.

06 Aleros. Se encuentran en buen estado, solo requiere mantenimiento menor, y aplanado en zonas aisladas. Se da una calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.27.

07 Estribos. Se observa desprendimiento aislado de piezas de mampostería. Su calificación es de 2, se recomienda aplanar. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.27.

08 Pilas. El puente no cuenta con pilas.

09. Apoyos. Calificación de 1, requiere limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.28.

10 Losa. La losa se encuentra en buen estado, requiere solo de limpieza por la parte inferior, recibe calificación de 1 y un mantenimiento negativo (-).



Figura 4.27 Estribo. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.



Figura 4.28 Apoyos. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.

11 Largueros / Trabes. Presentan grietas de 0.1 a 0.4 milímetros, se recomienda monitoreo. Calificación de 2 mantenimiento negativo (-). Figura 3.29.



Figura 4.29 Largueros / Trabes. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra azolvado en exceso, reduciendo el área hidráulica del puente, posible desbordamiento en este punto ante avenidas típicas. Se da una calificación de 4. Se recomienda limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.30.



Figura 4.30 Cauce. Puente Blvd. Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito

13. Otros elementos. Sin elementos adicionales.

14. Puente en general. El puente funciona como se diseñó, se requiere desazolve del cauce para mejor inspección de estribos. Se da calificación de 3 mantenimiento negativo (-). Se recomienda inspeccionar en un año. Figura 3.31.



Figura 4.31 Vista general. Puente Agustín Arriaga Rivera–Río Chiquito.

4.2.4 04 RUBÉN C. NAVARRO - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 04, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y Calle Rubén C. Navarro. El puente se ubica en el km 1+080. El nombre del puente se da como Rubén C. Navarro-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veintinueve de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.216' Norte, 101° 10.545' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 271,915.50, 2'178,296.19 y una altitud de 1,896 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.32.

El espacio libre debajo del puente es de 2.20 metros, consta de un claro de 23.25 metros con un ancho total de 11.40 sin camellón, ancho de calzada y entre bordillos de 9.10 metros al igual que el acceso, banqueta en ambos extremos de 1.15 metros de ancho. Esviajamiento de 0°, parapeto de acero, superficie de desgaste de asfalto, juntas de expansión a base de ángulo o placa vertical de acero. La superestructura es a base de 7 vigas AASHTO apoyadas en placas de neopreno, 3 diafragmas de concreto reforzado y losa de sección transversal constante. Su cimentación es directa a través de estribos de concreto reforzado.



Figura 4.32 Ubicación puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito. (Google Earth, 2017)

La inspección del puente se realizó el 25 de octubre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 22°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se observa desprendimiento de agregado de la carpeta asfáltica. Su calificación corresponde a 2, mantenimiento negativo (-).

02 Juntas de expansión. Las juntas se encuentran obstruidas por material asfáltico, por lo que no trabajan adecuadamente. Su calificación es de 3. Figura 3.33.



Figura 4.33 Juntas de expansión. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado presentando solo suciedad y leve acumulación de suelo. Su calificación es de 1 con un mantenimiento negativo (-).
Figura 3.34.



Figura 4.34 Banqueta. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado, siendo este pintado recientemente. Su calificación es de 0 con mantenimiento positivo (+).

05 Conos / Taludes. Los taludes reciben calificación 1 estando revestidos y en buen estado. Mantenimiento positivo (+).

06 Aleros. El puente no cuenta con aleros.

07 Estribos. Desconchamiento aislado, se recomienda aplanar calificación de 2, mantenimiento negativo (-).

08 Pilas. El puente no cuenta con pilas.

09. Apoyos. Calificación de 1, requiere limpieza. Mantenimiento negativo (-).

10 Losa. La losa se encuentra en buen estado, con suciedad debajo de ella calificación de 1 y un mantenimiento negativo (-).

CAPÍTULO 4

11 Largueros / Trabes. Se encuentran en buen estado. Se recomienda limpiar y pintar para proteger contra la humedad. Se da una calificación de 1 y un mantenimiento negativo (-).
Figura 3.35.



Figura 4.35 Largueros / Trabes. Cauce. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra azolvado en exceso, reduciendo el área hidráulica del puente, posible desbordamiento en este punto ante avenidas típicas. Se da una calificación de 4. Se recomienda limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.35.

13. Otros elementos. Sin elementos adicionales.

14. Puente en general. El puente funciona como se diseñó, solo se requiere mantenimiento menor. Obtiene una calificación de 2. Se recomienda inspeccionar en un año. Figura 3.36.



Figura 4.36 Vista general. Puente Rubén C. Navarro–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

La sección central consta de ocho vigas de acero unidas con tres redondos de una pulgada y losa de concreto en los tres claros, las secciones laterales son a base de dos vigas AASHTO apoyadas en placas de neopreno en su claro central y una losa de concreto armado simplemente apoyada en sus claros extremos, es decir en las 4 esquinas del puente. Su cimentación es directa a través de pilotes de concreto reforzado, cuadrados de 60 cm de ancho con cabezal y estribos solidos enterrados en los extremos. En la sección central cuenta con dos pilotes unidos por un cabezal para apoyar las columnas de acero del claro central y en las secciones laterales, se tiene un pilote con un cabezal para apoyar las dos vigas AASHTO del claro central y las losas de los claros extremos.

La inspección del puente se realizó el 26 de octubre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 22 °C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. La junta en la superficie está mal elaborada entre la sección central y las secciones laterales. Se observa aberturas que pudieran ocasionar accidentes al usuario. Se recomienda rehacer la junta de construcción. Calificación de 3. Metimiento negativo (-).

Figura 3.38.



Figura 4.38 Superficie. Puente Ventura Puente-Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Las juntas se encuentran obstruidas por material asfáltico, por lo que no se puede determinar de qué tipo son. De esta manera se da una calificación 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.39.



Figura 4.39 Juntas de expansión. Puente Ventura Puente-Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado, solo falta de limpieza. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.40.

04 Parapeto / Pasamanos. Desprendimiento menor aislado de concreto. Se recomienda aplanar en zonas aisladas. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.40.



Figura 4.40 Banqueta / Parapeto. Puente Ventura Puente-Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado. Se recomienda limpieza menor. Calificación 1. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.41.



Figura 4.41 Conos / Taludes. Punte Ventura Punte-Río Chiquito.

06 Aleros. El puente no cuenta con aleros.

07 Estribos. Desconchamiento de concreto aislado. Filtraciones de agua en el estribo. Posible daño estructural. Calificación 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.42.



Figura 4.42 Estribo. Punte Ventura Punte-Río Chiquito.

08. Pilas. Pilas con grietas menores de 0.3 milímetros. Desconchamiento aislado menor. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.43.



Figura 4.43 Pilas. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.

09 Apoyos. Los apoyos de la superestructura se encuentran en buen estado necesitando limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Presenta fisuras menores a 0.3 milímetros. Desconchamiento en zonas aisladas. Presenta humedad por filtraciones. Se recomienda aplanar y sellar grietas. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.44.



Figura 4.44 Losa. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

11 Largueros / Trabes. Se encuentran en buen estado. Se recomienda pintar ambos tipos de trabes para evitar ataque por humedad, poniendo mayor atención en las vigas de acero. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.45.



Figura 4.45 Largueros / Trabes. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra en buen estado, requiriendo mantenimiento menor. Es importante considerar el área hidráulica efectiva del puente debido a la existencia de pilas, pudiéndose ver mermada su capacidad de gasto, reflejándose en desbordamientos o daños al puente. Se recomienda dar seguimiento durante época de lluvias. Calificación de 1, mantenimiento negativo (-). Figura 3.46.



Figura 4.46 Cauce. Puente Ventura Puente–Río Chiquito.

13 Otros elementos. No cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra con mal mantenimiento, teniendo elementos estructurales afectados. Su calificación general es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Se recomienda mantenimiento e inspección el próximo año. Figura 3.47.



Figura 4.47 Vista general. Puente Ventura Puente–Río Chiquito

4.2.6 06 ISIDRO HUARTE - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 05, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle Isidro Huarte. El puente se ubica en el km 1+985. El nombre del puente es Isidro Huarte-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el treinta de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19°41.349' Norte, 101° 11.043' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 271,048.46, 2'178,553.11 y una altitud de 1894 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.48.

El espacio libre debajo del puente es de 2.53 metros, consta de un claro de 20.70 metros de longitud, un ancho total de 10.50 metros. No cuenta con camellón, teniendo un ancho de calzada de 8.00 metros al igual que el acceso. Cuenta con banquetas en ambos extremos de 1.25 metros de ancho.

CAPÍTULO 4

Esviajamiento de 0°, parapeto de acero, con superficie de asfalto y juntas de expansión a base de placas verticales de acero. La superestructura consta de 6 vigas AASHTO III unidas con tres diafragmas de concreto armado apoyadas sobre placas de neopreno, losa de concreto armado. Cuenta con estribos de mampostería y corona de concreto armado.



Figura 4.48 Ubicación puente Isidro Huarte–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

La inspección del puente se realizó el veintinueve de octubre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 26°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Desprendimiento de agregado fino en la superficie. Se recomienda sellar. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.49.

02 Juntas de expansión. Las juntas se encuentran obstruidas por material asfáltico y suelo por lo que no funcionan adecuadamente. Su calificación es de 4 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.49.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado, solo requiere limpieza menor. Se da calificación 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.49.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra con mantenimiento reciente. Calificación 0 mantenimiento positivo (+). Figura 3.49.



Figura 4.49 Superficie, Juntas, Banqueta y Parapeto. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado. Solo requieren mantenimiento menor y limpieza. Calificación de 0, mantenimiento negativo (-). Figura 3.50.



Figura 4.50 Conos / Taludes, Aleros, Estribos. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

06 Aleros. Se presenta desprendimiento de piezas de mampostería aislados. Se recomienda aplanar. Calificación de 2 con mantenimiento negativo. Figura 3.50.

07 Estribos. Desprendimiento de piezas de mampostería aislados. Se recomienda aplanar. Calificación de 2 con mantenimiento negativo. Figura 3.50.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. Los apoyos se encuentran en buen estado, solo es necesario limpieza. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Losa en buen estado. Calificación 0, mantenimiento negativo (-). Figura 3.51.

11 Largueros / Trabes. Las trabes se encuentran con suciedad y polvo, estructuralmente no se observa daño alguno. Calificación de 0 y mantenimiento negativo. Figura 3.51.



Figura 4.51 Losa, Largueros, Cauce. Puente Isidro Huarte–Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra azolvado y con maleza, se recomienda limpieza y deshierbe. Calificación 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.51.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra funcionando adecuadamente, es necesario mantenimiento y limpieza, se recomienda mayor atención en el cauce. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.52.



Figura 4.52 Vista general. Puente Isidro Huarte-Río Chiquito.

4.2.7 07 VICENTE SANTA MARÍA - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 07, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle Vicente Santa María. El puente se ubica en el km 2+415. El nombre del puente se da como Vicente Santa María-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el treinta de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.412' Norte, 101° 11.279' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 270,637.92, 2'178,675.30 y una altitud de 1,890 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.53.

El espacio libre del puente es de 2.85 metros, consta de un claro con una longitud total de 23.00 metros, un ancho total de 10.45 metros, calzada de 7.10 metros, con banquetas en ambos extremos de 1.70 y 1.65 metros respectivamente. Su esviajamiento es de 0°, parapeto de acero ligero. Superficie de desgaste de asfalto. Las juntas de expansión no se pueden definir de qué tipo son, ya que se encuentran obstruidas por material asfáltico.

CAPÍTULO 4

La superestructura está compuesta por un tablero de armadura metálica espacial, o tridilosa, a base de ángulo de $2\frac{1}{2}$ " por $\frac{1}{4}$ " de espesor, con un peralte de 1.50 metros. Sobre este tablero, se encuentra una losa de concreto. La superestructura se encuentra apoyada en estribos de concreto.



Figura 4.53 Ubicación puente Vicente Santa María–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

La inspección del puente se realizó el día veintinueve de octubre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 25°C . La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se presenta agrietamiento en la superficie asfáltica del puente, probablemente se deba al envejecimiento del asfalto. Se da una calificación de 2 y un mantenimiento negativo (-). Figura 3.54.

02 Juntas de expansión. No se puede determinar el tipo de juntas de expansión, ya que se encuentran en su totalidad cubiertas por material asfáltico por lo que no permite que trabajen adecuadamente. Se otorga una calificación de 4 y un mantenimiento negativo. Figura 3.54.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-) por falta de limpieza. Figura 3.54.



Figura 4.54 Superficie, Juntas, Banqueta, Parapeto. Puente Vicente Santa María-Río Chiquito.

04 Parapeto/ Pasamanos. El parapeto se encuentra vencido y desoldado en una sección. Se da calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.54.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado. Se requiere limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo.

06 Aleros. El puente no cuenta con este elemento.

07 Estribos. Se requiere de limpieza, existe acumulación de basura, suelo y vegetación. Figura 3.55.



Figura 4.55 Estribos, Apoyos, Losa. Puente Vicente Santa María-Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. El puente se encuentra simplemente apoyado en el estribo, unido la superestructura, mediante concreto al estribo. Se observa corrosión en los apoyos. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.55.

10 Losa. Se observa humedad y fisuras menores a 0.2 milímetros. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.56.

11 Largueros / Trabes. Presenta oxidación y corrosión la tridilosa, se requiere mantenimiento urgente, remover corrosión y soldar en caso de ser necesario. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.57.



Figura 4.56 Losa. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.

12 Cauce. Se observa asolvamiento y maleza. Se recomienda limpiar y desazolvar. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.57.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.



Figura 4.57 Largueros / Trabes, Cauce. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.

14 Puente en general. El puente necesita atención y mantenimiento urgente, ya que si no se atiende de manera pronta es posible que la corrosión afecte la capacidad estructural del puente. Presenta vibraciones moderadas al paso de cargas vehiculares. Se da calificación de 4 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.58.



Figura 4.58 Vista general. Puente Vicente Santa María–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

En julio de 2017, casi por finalizar la presente investigación, el puente Vicente Santa María-Río Chiquito, presentó falla en la superestructura debido al paso de un vehículo de carga, en específico un tracto camión, según testimonios de vecinos. El puente presentó daño en la estructura, debido a que los elementos que constituyen la tridilosa se vencieron ante la carga, aunado a la corrosión que presentaba en el acero. Figura 3.59 y 3.60. Al cierre de esta investigación, agosto de 2017, se sabe que el puente no podrá repararse, por lo que se procederá a su demolición y reconstrucción total. El puente se evaluó en octubre de 2016 con calificación 4, y en menos de un año paso a condición con calificación 5. Este es un claro ejemplo del porque la importancia de contar con un estudio de inspección y evaluación de los puentes vehiculares de una red vial para poder prevenir desastres y riesgos, ya que en esta ocasión solo se verá reflejado en costos económicos para la población, sin embargo, la falta de inspección y mantenimiento de los puentes puede costar vidas humanas.



Figura 4.59 Falla del puente Vicente Santa María-Río Chiquito.



Figura 4.60 Falla del puente Vicente Santa María-Río Chiquito

4.2.8 08 VIRREY ANTONIO DE MENDOZA - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 08, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle Virrey Antonio de Mendoza. El puente se ubica en el km 2+700. El nombre del puente es Virrey Antonio de Mendoza-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el treinta de enero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.454' Norte, 101° 11.438' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 270,362.82, 2'178,755.24 y una altitud de 1,889 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.61.



Figura 4.61 Ubicación puente Virrey Antonio de Mendoza-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 2.20 metros, consta de tres claros, teniendo el claro central una longitud de 7.50 metros y los claros extremos una longitud de 6.25 metros, dando como longitud total 20 metros, tiene un ancho de 9.45 con un ancho de calzada de 6.25 metros y banquetas a ambos extremos de 1.60 metros. Su esviajamiento es de 0°. La superficie de desgaste es de asfalto, aunque tiene una pérdida casi en su totalidad de la superficie, quedando expuesta la losa de compresión como capa de rodadura. El parapeto es de concreto y pasamanos de estructura metálica ligera. No posee dispositivo de juntas de expansión.

CAPÍTULO 4

La superestructura está conformada por tres vigas de concreto reforzado colado in situ, de 0.70 metros de peralte y 0.20 metros de ancho. Sobre estas, una losa de concreto reforzado de 0.25 metros de peralte. Las vigas se encuentran apoyadas en su claro central en pilas de mampostería con corona de concreto reforzado y en los extremos del puente en estribos de mampostería con corona de concreto reforzado y aleros integrados de mampostería de piedra.

La inspección del puente se realizó el veintinueve de octubre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 24°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. La capa de rodadura de asfalto se encuentra desprendida casi en su totalidad, dejando la losa de compresión como superficie expuesta. Se recomienda colocar una carpeta asfáltica siempre y cuando el puente soporte la sobrecarga del material. Se da calificación de 4 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.62.



Figura 4.62 Superficie, Juntas de expansión. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Se observan las juntas obstruidas, por concreto hidráulico, impidiendo que trabajen adecuadamente. Se da calificación de 5 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.62.

03 Banqueta / Camellón. Las banquetas se encuentran en buen estado, faltando solo limpieza menor. Se da calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.63.

04 Parapeto / Pasamanos. El parapeto y el pasamanos se encuentran recién restaurados, por lo que reciben calificación 0, solo es necesario limpieza de suciedad. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.63.



Figura 4.63 Banqueta, Parapeto, Pasamanos. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado, es necesario solo mantenimiento menor para retirar maleza escasa. Calificación de 0 mantenimiento negativo (-). Figura 3.64.



Figura 4.64 Conos / Taludes. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

06 Aleros. Los aleros se encuentran en buen estado, presentando solo Desconchamiento aislado. Se recomienda aplanar. Se da calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.65.

07 Estribos. Los estribos se encuentran en buen estado, pero se recomienda aplanar para evitar humedad y desconchamiento. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.65



Figura 4.65 Aleros, Estribos. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

08 Pilas. Pilas en buen estado, sin embargo, comienza a presentarse erosión del caudal, pudiendo provocar socavación en las pilas. Se recomienda realizar zampeado en el cauce del río. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.66.

09 Apoyos. Los apoyos son a base de junta constructiva, encontrándose en buen estado, solo es necesario limpieza menor. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.67

10 Losa. Se observan grietas, fisuras y desconchamiento en la parte lateral. Funciona como capa de rodadura, riesgo de exposición de acero. Se recomienda aplanar por la parte inferior y colocar capa de rodadura. Calificación 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.68.



Figura 4.66 Pilas. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.



Figura 4.67 Apoyos. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

11 Largueros / Trabes. Las trabes se encuentran en buen estado, presentando suciedad y desconchamientos menores aislados. Se recomienda aplanar para proteger de humedad. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.69.



Figura 4.68 Losa. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.



Figura 4.69 Largueros / Trabes. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra obstruido por vegetación escasa, se recomienda limpieza y deshierbe. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.70.

13 Otros elementos. El puente no posee otros elementos.

14 Puente general. El puente se encuentra funcionando adecuadamente, sin embargo, existen elementos que necesitan mantenimiento pronto, ya que de no hacerse podría verse afectado estructuralmente. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.71.



Figura 4.70 Cauce. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito



Figura 4.71 Vista general. Puente Virrey Antonio de Mendoza–Río Chiquito.

4.2.9 09 MORELOS SUR - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 09, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle Morelos Sur. El puente se ubica en el km 2+830. El nombre del puente se da como Morelos Sur-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el cuatro de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 41.472'$ Norte, $101^{\circ} 11.510'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 270,236.98, 2'178,791.53 y una altitud de 1,890 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.72.

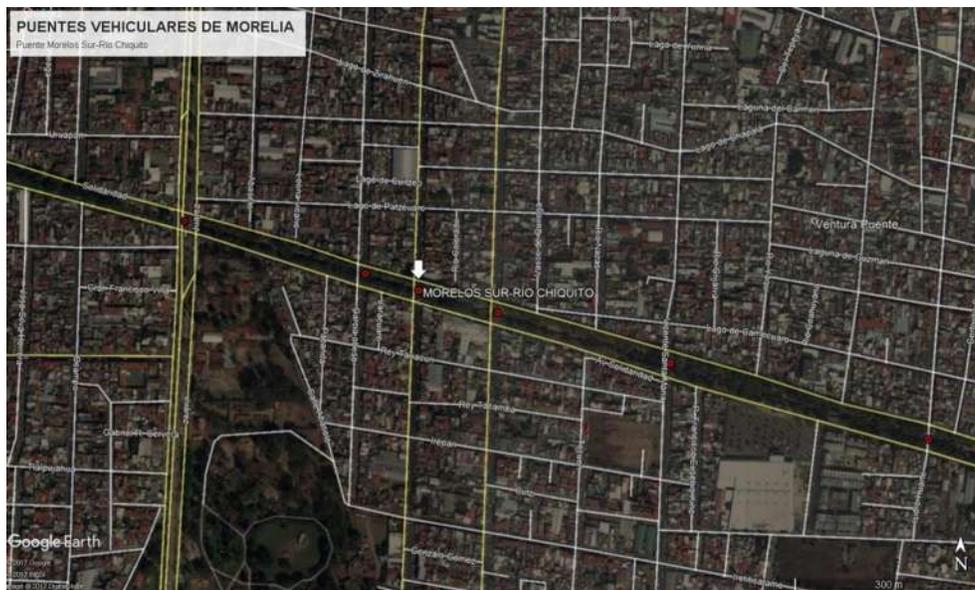


Figura 4.72 Ubicación puente Vicente Santa María–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El espacio libre del puente es de 3.85 metros, consta de un claro con una longitud de 21.00 metros, con un ancho total de 15.70 metros, un ancho de calzada de 13.10 metros y banquetas en ambos extremos de 1.30 metros. Su esviajamiento es de 0° . Cuenta con un parapeto metálico ligero. Su superficie de desgaste es asfalto y cuenta con juntas de expansión a base de ángulos o placas verticales de acero.

La superestructura consta de vigas de concreto reforzado coladas in situ de 1.50 metros de peralte y 0.40 metros de ancho simplemente apoyadas en corona de concreto. La cimentación es directa a base de estribos de mampostería de piedra.

La inspección del puente se realizó el día treinta y uno de octubre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 18°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se aprecia desprendimiento de material asfáltico, observándose la losa de compresión. Se recomienda sellar. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-).
Figura 3.73.



Figura 4.73 Superficie del puente. Puente Morelos Sur-Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Las juntas se encuentran obstruidas impidiendo que trabajen adecuadamente. Calificación de 4 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.74.



Figura 4.74 Juntas de expansión. Puente Morelos Sur-Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

03 Banqueta / Camellón. Se observa la banqueta hundida al erosionarse el terreno donde la banqueta se asentaba. Calificación de 4 y mantenimiento negativo. Figura 3.75.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra recientemente restaurado, Requiere limpieza. Se da calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.75.



Figura 4.75 Banqueta, Parapeto. Puente Morelos Sur-Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado. Se requiere limpieza de basura. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.76.

06 Aleros. Se observan en buen estado, solo limpieza menor. Se recomienda pintar. Calificación de 0 y mantenimiento menor (-). Figura 3.76.

07 Estribos. Los estribos se encuentran en buen estado, se da calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.77.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. Los apoyos se encuentran en buen estado, siendo estos, juntas constructivas. Se da calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.77.

10 Losa. En buen estado, calificación 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.77.



Figura 4.76 Conos, Taludes, Estribo. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.



Figura 4.77 Estribos, Apoyos, Losa. Puente Morelos Sur–Río Chiquito.

11 Largueros / Trabes. Se encuentran con desconchamientos menores y aislados, falta de limpieza, se recomienda aplanar y pintar. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-).
Figura 3.78.

CAPÍTULO 4

12 Cauce. El cauce se encuentra con azolve. Se recomienda limpiar. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.78.



Figura 4.78 Largueros, Cauce. Puente Morelos Sur-Río Chiquito.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra en buenas condiciones, requiere mantenimiento menor. Se da calificación 2 y un mantenimiento negativo (-). Figura 3.79.



Figura 4.79 Vista general. Puente Morelos Sur-Río Chiquito.

4.2.10 10 GARCÍA OBESO - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 10, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle García Obeso. El puente se ubica en el km 2+920. El nombre del puente se da como García Obeso-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el cuatro de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.485' Norte, 101° 11.559' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 270,151.82, 2'178,818.32 y una altitud de 1,891 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.80.



Figura 4.80 Ubicación puente García Obeso-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 2.95 metros, consta de tres claros, midiendo el claro central 8.50 metros y los claros extremos 4.10 metros de largo, dando un total de 16.70 metros, posee un ancho total de 7.60 metros con una calzada de 4.20 metros y banquetas a los dos extremos de 1.70 metros. Su esviajamiento es de 0°. Cuenta con un parapeto de metálico ligero. Su superficie es de asfalto. No existe dispositivo de junta de expansión.

La superestructura es a base de cinco vigas de acero en su claro central y cuatro vigas de concreto armado coladas in situ de 0.80 metros de peralte y 0.35 metros de ancho. Su cimentación es a base de estribos de mampostería al igual que las pilas centrales.

CAPÍTULO 4

La inspección del puente se realizó el día cinco de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 20°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente: Presenta total desprendimiento de la capa de rodadura de asfalto, dejando expuesta la losa de compresión. Calificación de 4 y mantenimiento negativo (-).
Figura 3.81.



Figura 4.81 Superficie del puente. Puente García Obeso–Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Las juntas de expansión se encuentran obstruidas por lo que no trabajan adecuadamente. Calificación de 4 y mantenimiento negativo (-).
Figura 3.82.



Figura 4.82 Juntas de expansión. Puente García Obeso–Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado presentando solo falta de limpieza. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.83.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra recientemente rehabilitado, por lo que recibe calificación de 1, siendo necesaria solo limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 3.83.



Figura 4.83 Banqueta, Parapeto. Puente García Obeso–Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado, requiriendo solo limpieza. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.84.



Figura 4.84 Taludes. Puente García Obeso–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

06 Aleros. El puente no posee este elemento.

07 Estribos. En buen estado requiriendo solo limpieza. Calificación de 1, mantenimiento negativo (-). Figura 3.85.



Figura 4.85 Estribo. Puente García Obeso-Río Chiquito.

08 Pilas. El elemento se encuentra en buen estado. Se recomienda realizar zampeado en el cauce del río para evitar socavación, así como limpieza y aplanado de las mismas para proteger el elemento. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.86.



Figura 4.86 Pilas. Puente García Obeso-Río Chiquito.

09 Apoyos. Se observa el elemento en buen estado, siendo este un apoyo simple con junta constructiva. Se da calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.87.



Figura 4.87 Apoyos. Puente García Obeso–Río Chiquito.

10 Losa. El elemento se encuentra como superficie de rodamiento y desgastada, exponiéndose el acero. Se recomienda una capa de carpeta asfáltica. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.88.



Figura 4.88 Losa. Puente García Obeso–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

11 Largueros / Trabes. Las trabes de acero requieren pintura para evitar oxidación y posterior corrosión, las trabes de concreto presentan leve desconchamiento aislado. Se recomienda aplanar y pintar. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.89.

12 Cauce. El cauce se encuentra limpio, requiriendo limpieza de basura. Se da calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.89.



Figura 4.89 Cauce. Puente García Obeso–Río Chiquito.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se comporta adecuadamente, requiriendo atención pronta en la losa de compresión y superficie de rodamiento. Se recomienda realizar mantenimiento menor pronto. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.90.



Figura 4.90 Vista general. Puente García Obeso–Río Chiquito.

4.2.11 11 AV. JUÁREZ - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 11, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la Avenida Juárez. El puente se ubica en el km 3+215. El nombre del puente se da como Av. Juárez-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el cinco de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.529' Norte, 101° 11.723' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 269,864.40, 2'178,902.13 y una altitud de 1,887 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.91.



Figura 4.91 Ubicación puente Av. Juárez-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 4.50 metros, consta de 3 claros, de 7.50 metros de largo el claro central y 6.50 metros los claros extremos. Su longitud total es de 20.50 metros, contando con un ancho total de 37.90 metros, camellón de 10.10 metros de ancho, banquetas de 1.15 y 1.20 metros de ancho, con una calzada de 25.25 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0°, su superficie es de material asfáltico sin dispositivo de juntas de expansión.

Se observa que el puente se amplió en dos etapas, siendo su sección central, construida originalmente con una superestructura a base de seis vigas coladas in situ de concreto armado de 0.60 metros de peralte y 0.30 metros de ancho en los tres claros, posteriormente se observa

CAPÍTULO 4

una primera ampliación en ambos lados del puente original, a base de un marco de dos vigas de 0.60 metros de peralte y 0.30 metros de ancho con una losa maciza de concreto armado en los tres claros. En una segunda ampliación se observa una superestructura a base de 5 vigas presforzadas de 1.15 metros de peralte unidas con tres diafragmas de concreto armado en un solo claro. La cimentación en la sección central es a base de estribos solidos enterrados y seis pilas cuadradas de 0.60 metros de ancho, en el centro de cada lado unidas por una corona de concreto. La cimentación en la primera ampliación es a base de pilotes cuadrados de 0.40 metros de ancho, tanto en los extremos como en el claro central, dos pilotes en cada extremo de claro. Para la segunda ampliación, las vigas AASHTO se encuentran simplemente apoyadas en un estribo solido de concreto enterrado, mediante placas de neopreno.

La inspección del puente se realizó el día cinco de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 23°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se presenta desprendimiento de agregado, mostrando la losa de compresión de la superestructura en gran parte del área, provocando acumulación de polvo y humedad, afectando la losa. Su calificación es de 4 con un mantenimiento negativo (-).
Figura 3.92.



Figura 4.92 Superficie del puente. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas impidiendo que trabajen adecuadamente, obteniendo una calificación de 4 con un mantenimiento negativo (-). Se recomienda cambiar el dispositivo de junta. Figura 3.93.



Figura 4.93 Juntas de expansión. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentran en buen estado, solo con falta de limpieza, recibe calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.94.



Figura 4.94 Banqueta, Camellón, Parapeto, Pasamanos. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentran en buen estado, recientemente restaurados, se da calificación 0 con mantenimiento negativo (-) por la falta de pintura. Figura 3.94.

CAPÍTULO 4

05 Conos / Taludes. SE encuentran en buen estado al estar revestidos de concreto. Solo necesaria limpieza menor. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.95.



Figura 4.95 Conos, Taludes. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

06 Aleros. El puente carece de este elemento.

07 Estribos. Los estribos se encuentran en buen estado, con leve desconchamiento aislado, se recomienda aplanar. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura3.96.



Figura 4.96 Estribo. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

08 Pilas. Se observa la presencia de grietas entre tres y 0.6 milímetros de ancho, desconchamiento y humedad. Calificación 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.97.



Figura 4.97 Pilas. Puente Av. Juárez-Río Chiquito.

09 Apoyos. Se encuentran en buen estado presentando suciedad y polvo, se recomienda limpieza. Calificación 1 con mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Se observa grietas, humedad y acero expuesto en áreas aisladas. Se recomienda aplanar. Su calificación se da de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.98.



Figura 4.98 Losa. Puente Av. Juárez-Río Chiquito.

11 Largueros / Trabes. En la sección central y primera ampliación, se encuentran desconchamientos, dejando el acero expuesto, sujeto a oxidación y corrosión. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.99.



Figura 4.99 Largueros. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

12 Cauce. El cauce se encuentra en buen estado, estando revestido en el área del puente, se requiere limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.100.



Figura 4.100 Cauce. Puente Av. Juárez–Río Chiquito.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente requiere atención inmediata, en específico en la sección central, que es la más antigua y requiere mayor mantenimiento. Se recomienda atender los daños descritos anteriormente por elemento e inspección en un año. Calificación de 4 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.101.



Figura 4.101 Vista general. Puente Av. Juárez-Río Chiquito.

4.2.12 12 CUAUTLA - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 12, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle Cuautla. El puente se ubica en el km 3+770. El nombre del puente se da como Cuautla-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el cinco de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.613' Norte, 101° 12.015' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 269,356.04, 2'179,064.09 y una altitud de 1,884 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.102.

El espacio libre del puente es de 3.55 metros. Puente de mampostería en arco de dos claros de 5.50 metros cada claro, con una longitud total de 23.00 metros y un ancho total de 15.40 metros, banquetas en ambos extremos de 1.70 metros de ancho y calzada de 12.00 metros.

CAPÍTULO 4

Su esviajamiento es de 15°, parapeto de estructura metálica ligera. Superficie de desgaste de asfalto. No posee dispositivo de juntas de expansión.



Figura 4.102 Ubicación puente Cautla–Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

La inspección del puente se realizó el día cinco de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 22°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Presenta desprendimiento de agregado, baches en el terraplén de aproximación. Se requiere nueva carpeta asfáltica. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.103.

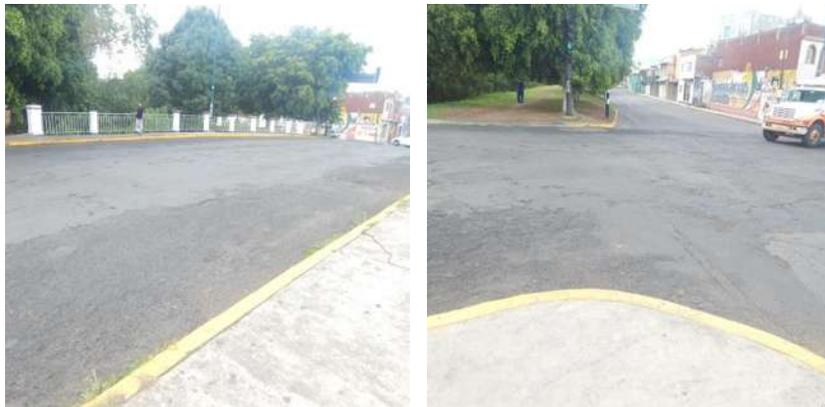


Figura 4.103 Superficie del puente. Puente Cautla–Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Constan de juntas constructivas. Se encuentran obstruidas con asfalto. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.104.



Figura 4.104 Juntas de expansión. Puente Cautla–Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra fracturada con zonas de desconchamiento del concreto. Se da calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.105.



Figura 4.105 Banqueta. Puente Cautla–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.3.105.

05 Conos / Taludes. En buen estado, requiriendo limpieza de maleza. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.106.

06 Aleros. El arco de mampostería funciona como alero del puente, estando en buen estado, requiriendo solo de limpieza. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.106.

07 Estribos. Los estribos forman parte del arco de mampostería, encontrándose en buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.106.

08 Pilas. La parte central de los claros del puente funge como pila, encontrándose en buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.106.

09 Apoyos. El puente no cuenta con este elemento.

10 Losa. Se encuentra en buen estado, Calificación de 1 con mantenimiento positivo (+).

11 Largueros. El puente no cuenta con este elemento.



Figura 4.106 Elementos y vista general. Puente Cautla-Río Chiquito.

12 Cauce. En buen estado, requiere mantenimiento menor y limpieza de maleza y deshierbe. Calificación 2 y mantenimiento negativo (-) Figura 3.106.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra en buen estado, requiere mantenimiento menor. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.106.

4.2.13 13 CHIAPAS/CAYETANO ANDRADE - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 13, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y las calles Chiapas y Cayetano Andrade. El puente se ubica en el km 4+070. El nombre del puente se da como Chiapas/Cayetano Andrade-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el diez de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.702' Norte, 101° 12.167' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 269,093.80, 2'179,229.20 y una altitud de 1,883 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.107.



Figura 4.107 Ubicación puente Chiapas/Cayetano Andrade-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El espacio libre del puente es de 3.05 metros. Puente de mampostería en arco de dos claros de 6.00 metros cada claro, con una longitud total de 22.40 metros y un ancho total de 16.15 metros, banquetas en ambos extremos de 2.20 metros de ancho y calzada de 11.75 metros.

Su esviajamiento es de 0°, parapeto de estructura metálica ligera. Superficie de desgaste de asfalto. No posee dispositivo de juntas de expansión.

CAPÍTULO 4

La inspección del puente se realizó el día ocho de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 23°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Presenta desprendimiento de agregado, baches en el terraplén de aproximación. Se requiere nueva carpeta asfáltica. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.108.

02 Juntas de expansión. Constan de juntas constructivas. Se encuentran obstruidas con asfalto. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.108.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra fracturada con zonas de desconchamiento del concreto. Se da calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 108.

04 Parapeto / Pasamanos. Falta una sección del pasamanos, requiere limpieza menor. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.108.



Figura 4.108 Superficie, Juntas, Banqueta, Parapeto. Puente Chiapas/Cayetano Andrade–Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. En buen estado, requiriendo limpieza de maleza. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.109.

06 Aleros. El arco de mampostería funciona como alero del puente, estando en buen estado, requiriendo solo de limpieza. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.109.

07 Estribos. Los estribos se encuentran en buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.109.

08 Pilas. La parte central de los claros del puente funge como pila, encontrándose en buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.109.

09 Apoyos. El puente no cuenta con este elemento.

10 Losa. Se encuentra en buen estado, Calificación de 1 con mantenimiento positivo (+).

11 Largueros. El puente no cuenta con este elemento.

12 Cauce. Se requiere desazolve del cauce y deshierbe. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.109.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra en buen estado, requiere mantenimiento menor. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.109.



Figura 4.109 Elementos y vista general. Puente Chiapas/Cayetano Andrade-Río Chiquito

4.2.14 14 JUSTICIA/OAXACA - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 14, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la calle Justicia y Oaxaca. El puente se ubica en el km 4+478. El nombre del puente se da como Justicia/Oaxaca-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el diez de

CAPÍTULO 4

febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.913' Norte, 101° 12.342' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 268,831.69, 2'179,546.81, altitud de 1,883 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.110.



Figura 4.110 Ubicación puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre debajo de él de 2.50 metros. Consta de un claro de 22.20 metros de longitud, un ancho total de 11.40 metros, un ancho de calzada de 9.20 metros con banquetas en ambos extremos de 1.10 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0°. Posee un parapeto de concreto sólido con pasamanos de acero. Su superficie es de material asfáltico con juntas de expansión a base de ángulo o placas de acero verticales. La superestructura consta de siete vigas AASHTO III apoyadas en placas de neopreno y unidas mediante tres diafragmas de concreto reforzado. Su cimentación es directa a base de estribos sólidos enterrados.

La inspección del puente se realizó el día ocho de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 23°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se observa desprendimiento de agregado y baches debido a la falta de carpeta asfáltica en zonas aisladas. Se recomienda remover carpeta actual y sustituir por una nueva. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.111.



Figura 4.111 Superficie del puente, Banqueta, Parapeto. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico, evitando que trabajen adecuadamente. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.112.



Figura 4.112 Juntas de expansión. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra en buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.111.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra recientemente restaurado y pintado, obteniendo calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 3.111.

CAPÍTULO 4

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado, estando revestidos de concreto simple. Calificación de 0 con mantenimiento positivo (+). Figura 3.113.

06 Aleros. El puente no cuenta con este elemento.

07 Estribos. Se observan en buen estado y limpios. Calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 3.113.



Figura 4.113 Conos, Taludes, Estribos. Puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado requiriendo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Se encuentra en buen estado. Calificación 0 y mantenimiento negativo (-).

11 Largueros / Trabes. Los largueros se encuentran en buen estado, requiere limpieza. Se recomienda pintar. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.114.

12 Cauce. Se recomienda el deshierbe de la maleza que existe. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.114.

13 Otros elementos. No cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente funciona correctamente. Recibe calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.115.



Figura 4.114 Largueros, Cauce. Puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito.



Figura 4.115 Vista general. Puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito.

4.2.15 15 MANUEL MUÑIZ/UNIÓN - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 15, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y las calles Manuel Muñiz y Unión. El puente se ubica en el km 4+545. El nombre del puente se da como Manuel Muñiz/Unión-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el doce de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.913' Norte, 101° 12.342'

CAPÍTULO 4

Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 268,791.29, 2'179,622.78 y una altitud de 1,882 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.116.



Figura 4.116 Ubicación puente Manuel Muñiz/Unión-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre de 3.30 metros, consta de un claro de 22.00 metros, un ancho total de 11.70 metros, un ancho de calzada de 9.50 metros con banquetas en ambos lados de 1.10 metros de ancho. Su esviajamiento es de 15° . Posee un parapeto de concreto solido con pasamanos de acero, superficie de desgaste de asfalto. Juntas de expansión a base de ángulos o placas verticales de acero. La superestructura consta de siete vigas AASHTO III simplemente apoyadas en placas de neopreno y unidas con 3 diafragmas de concreto armado. Su cimentación es directa a través de estribos solidos enterrados.

La inspección del puente se realizó el día ocho de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 22°C . La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se observa desprendimiento de agregado en zonas aisladas. Se recomienda remover carpeta actual y sustituir por una nueva. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.117.



Figura 4.117 Superficie del puente, Banqueta, Parapeto. Puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico, evitando que trabajen adecuadamente. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.118.



Figura 4.118 Juntas de expansión. Puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra en buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (+). Figura 3.117.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra recientemente restaurado y pintado, obteniendo calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 3.117.

CAPÍTULO 4

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado, estando revestidos de concreto simple. Calificación de 0 con mantenimiento positivo (+). Figura 3.119.

06 Aleros. El puente no cuenta con este elemento.

07 Estribos. Se observan en buen estado y limpios. Calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 3.119.



Figura 4.119 Conos, Taludes, Estribos. Puente Justicia/Oaxaca-Río Chiquito.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado requiriendo limpieza menor. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Se encuentra en buen estado. Calificación 0 y mantenimiento negativo (-).

11 Largueros / Trabes. Los largueros se encuentran en buen estado, requiere limpieza. Se recomienda pintar. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.120.

12 Cauce. Se recomienda el deshierbe de la maleza que existe. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.120.

13 Otros elementos. No cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente funciona correctamente. Recibe calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.121.



Figura 4.120 Largueros, Cauce. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.



Figura 4.121 Vista general. Puente Justicia/Oaxaca–Río Chiquito.

4.2.16 16 AV. NOCUPÉTARO/ FCO. I. MADERO - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 16, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y las calles Av. Nocupétaro y Fco. I. Madero. El puente se ubica en el km 4+960. El nombre del puente se da como Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su

CAPÍTULO 4

inventario fue el dieciocho de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 42.118' Norte, 101° 12.415' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 268,668.13, 2' 180,003.64 y una altitud de 1,880 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.122.



Figura 4.122 Ubicación puente Vicente Santa María-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

El puente posee un espacio libre de 4.00 metros. Consta de un claro de 17.50 metros de longitud. Un ancho total de 93.20 metros, camellón de 47.20 metros, ancho de calzada de 48.75 metros y banquetas en ambos extremos de 2.10 metros de ancho. Tiene un esviajamiento de 0°, parapeto a base de muro de ladrillo, superficie de asfalto y juntas de expansión a base de ángulos o placas de acero verticales. Su superestructura es a base de una losa de 60 cm de peralte apoyada en estribos de concreto armado.

La inspección del puente se realizó el día ocho de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 20°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Presenta desprendimiento de agregados, ocasionando baches en zonas aisladas. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.123.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico impidiendo que trabajen de una manera adecuada. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-) Figura 3.123.



Figura 4.123 Superficie, Juntas de expansión. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.

03 Banqueta / Camellón. El camellón se encuentra en buen estado, sin embargo, la banqueta presenta acero expuesto por lo que es necesario reparación inmediata. Calificación de 4 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.124.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra con acero expuesto y desconchamiento de concreto. Se recomienda aplanar. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.124.

05 Conos / Taludes. Se encuentran en buen estado, siendo necesaria solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.125.

06 Aleros. En buen estado, requiriendo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.125.



Figura 4.124 Banqueta, Parapeto. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.



Figura 4.125 Taludes, Aleros. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.

07 Estribos. Se encuentran en buen estado siendo necesaria solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.125.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. Cuenta con apoyos por junta de construcción en buen estado, requiriendo mantenimiento menor. Calificación 1 mantenimiento negativo (-). Figura 3.126.

10 Losa. Se observa desprendimiento de concreto y fisuras. Se recomienda sellar fisuras y aplanar. Calificación 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 3.126 y 3.127.



Figura 4.126 Apoyos, Losa. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito.

11 Largueros / Trabes. El puente no cuenta con este elemento.

12 Cauce. Se encuentra en buen estado, requiriendo retirar basura acumulada. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.127.



Figura 4.127 Cauce, Losa. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero–Río Chiquito

CAPÍTULO 4

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. Requiere especial atención en la superficie de desgaste y en la losa, para evitar daños mayores y estructurales. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.128.



Figura 4.128 Vista general. Puente Av. Nocupétaro/Fco. I. Madero-Río Chiquito

4.2.17 17 AV. MICHOACÁN - RÍO CHIQUITO

El puente con el identificador 17, es el puente ubicado sobre el Río Chiquito y la Avenida Michoacán. El puente se ubica en el km 5+700. El nombre del puente se da como Av. Michoacán-Río Chiquito. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el diecinueve de febrero de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 42.501' Norte, 101° 12.553' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 268,437.45, 2'180,713.17 y una altitud de 1,878 metros sobre el nivel del mar. Figura 3.129.

El puente tiene un espacio libre de 2.00 metros, contando con un claro de 15.80 metros de longitud, un ancho total de 8.10 metros y banqueta de un solo lado de 1.10 metros. Calzada de 7.00 metros de ancho, esviajamiento de 15°. Posee un parapeto metálico ligero, con superficie de desgaste de asfalto y juntas de expansión a base de ángulo o placas verticales de acero.

Su superestructura se encuentra a base de cinco travesaños de 0.85 metros de peralte, apoyadas sobre un estribo de mampostería con corona de concreto armado.



Figura 4.129 Ubicación puente Av. Michoacán-Río Chiquito. (Google Earth, 2017).

La inspección se realizó el día diez de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 25°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Sin capa de rodadura. El asfalto se desprendió por completo de la losa. Acero expuesto. Calificación de 4 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.130.



Figura 4.130 Superficie, Juntas de expansión. Puente Av. Michoacán-Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas y dobladas. No trabajan adecuadamente. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.130.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra con acero expuesto en uno de sus extremos, presentando desconchamiento de concreto y concreto fisurado. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 3.131.

04 Parapeto / Pasamanos. El parapeto se encuentra recientemente rehabilitado, por lo que recibe calificación 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 3.131.



Figura 4.131 Banqueta, Parapeto. Puente Av. Michoacán-Río Chiquito.

05 Conos / Taludes. Presentan pérdida de material en los taludes debido a la erosión causada por escurrimientos. Se recomienda revestir. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-).

06 Aleros. Alero en buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-).

07 Estribos. Con estribos en buen estado, sin embargo, falta limpieza en los mismos. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.132.



Figura 4.132 Estribos, Trabes. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Se encuentra con acero expuesto en la superficie debido a que se usa como capa de rodadura. Se recomienda sellar y colocar una superficie de rodamiento. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.133.



Figura 4.133 Losa. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.

CAPÍTULO 4

11 Largueros / Trabes. Se presentan grietas menores a 0.3 milímetros. Se recomienda limpieza. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.132.

12 Cauce. Presenta maleza que impide la buena circulación del agua. Se recomienda desazolve y deshierbe. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 3.134.



Figura 4.134 Cauce. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.

13 Otros elementos. No posee otros elementos el puente.

14 Puente en general. Se recomienda dar seguimiento a las fisuras de las trabes para corroborar que su largo y ancho no aumenten. Su calificación es de 3 y mantenimiento negativo (-). Inspección en un año. Figura 3.135.



Figura 4.135 Vista general. Puente Av. Michoacán–Río Chiquito.

De los diecisiete puentes que se evaluaron en el Río Chiquito, siete están con una calificación 3 o mayor, que es donde mayor atención se debe poner en su mantenimiento y futuras inspecciones. De esos siete, dos tienen calificación cuatro, es decir con alto riesgo a fallar. De los cuales uno de esos dos, como se mencionó, casi al término de este trabajo se venció por aumento de carga viva y corrosión en su superestructura. Mostrando con esto la importancia y relevancia de la presente investigación. En esta ocasión, se tradujo en pérdidas económicas al tener que reconstruir el puente, pero si no se atiende de manera pronta y correcta la inspección y evaluación de los puentes, puede ocasionar pérdidas humanas. Es importante observar también el cauce del río, ya que se encuentra mayormente azolvado durante su paso por los puentes, traduciéndose en peligros de inundación y de posibles daños a los puentes dentro del Río Chiquito. El componente que más falla presenta dentro de los puentes del Río Chiquito es la superficie del puente, que en su mayoría se encuentra desprendida o es inexistente. También es importante señalar que los puentes localizados en el Río Chiquito presentan un galibo muy reducido, traduciéndose, nuevamente, en posibles inundaciones frente a avenidas fuertes.

5. PUENTES VEHICULARES SOBRE EL RÍO GRANDE

5.1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contempla la inspección y evaluación de treinta puentes ubicados sobre el Río Chiquito y Río Grande de Morelia, enmarcados por el anillo periférico. Dentro del margen del Río Grande, en el área de estudio, existen trece puentes que se estudiaron y se detallan a continuación. El kilometraje que se asignó fue partiendo del puente ubicado en Periférico Paseo de la República y Río Grande, estableciendo el origen con el cadenamiento 0+000, siguiendo el cadenamiento el cauce del río. El numeral del puente continuó donde terminó los del área del Río Chiquito. El nombre del puente se asignó de acuerdo a la calle que cruza el río. El año de construcción se omite, ya que se desconoce por falta de información de los mismos, así como su carga de diseño.

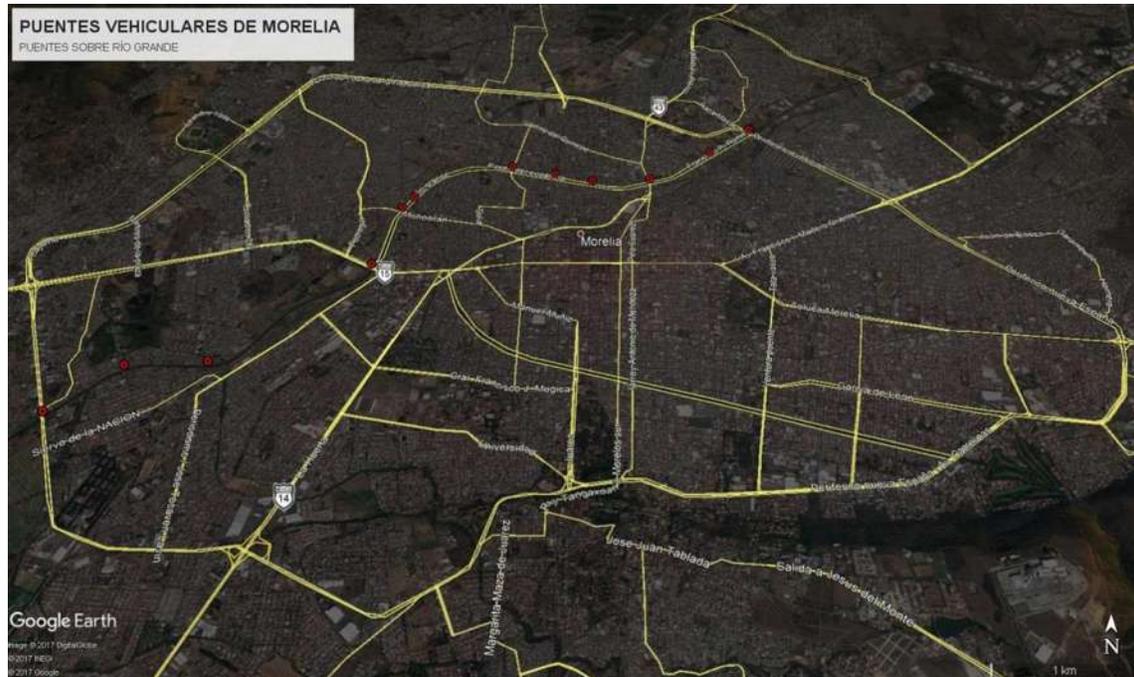


Figura 5.1 Puentes vehiculares indicados en rojo sobre Río Grande. (Google Earth, 2017).

5.2 PUENTES RÍO GRANDE

5.2.1 18 PERIFÉRICO PASEO DE LA REPÚBLICA - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 18, es el puente ubicado sobre el Río Grande y Periférico Paseo de la República. El puente se ubica en el km 0+000 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Periférico Paseo de la República-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el seis de abril de 2016. Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 41.255'$ Norte, $101^{\circ} 14.288'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 265,373.95, 2'178,454.14 y una altitud de 1,893 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.2.

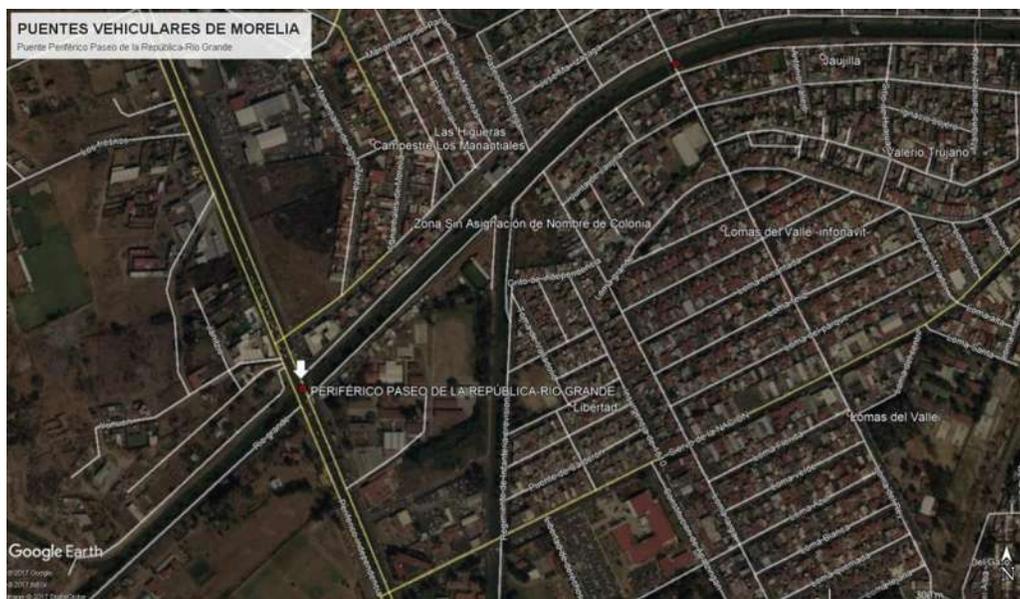


Figura 5.2 Ubicación puente Periférico Paseo de la República-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 4.16 metros, consta de un claro de 22.50 metros con un ancho total de 44.75 metros. Cuenta con un camellón de 1.25 metros de ancho y banquetas en ambos extremos de 1.10 metros de ancho. El ancho de calzada es de 24.20 metros. Posee un esviajamiento de 15° , cuenta con un parapeto ligero de acero, superficie de desgaste de asfalto, no cuenta con dispositivo en juntas de expansión.

Se observa que el puente fue ampliado de su ancho original, ya que la superestructura es a base de cinco traveses AASHTO IV al centro y cinco traveses cajón de 1.35 metros de peralte en ambos extremos, apoyados en placas de neopreno. Sobre las vigas una losa de concreto armado. Su cimentación es directa a través de pilotes, un pilote por cada viga, unidos mediante corona de concreto armado.

La inspección del puente se realizó el once de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 19°C . La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se puede observar desprendimiento de agregado de la carpeta, junta constructiva mal elaborada longitudinalmente en ampliación. Se observan fisuras y acumulación de suelo y vegetación. Su calificación corresponde a 3, con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.3.



Figura 5.3 Superficie. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.

02 Juntas de expansión. Las juntas no pueden ser vistas debido al reencarpetamiento que tiene el puente por lo que no trabajan adecuadamente. Su calificación es de 3, y un mantenimiento negativo. Figura 5.4.



Figura 5.4 Juntas de expansión. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta y el camellón se encuentran en buen estado, presentando solo algunas grietas menores y suciedad. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.5.



Figura 5.5 Banqueta / Camellón. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado, siendo este pintado recientemente. Su calificación es de 1 con mantenimiento positivo (+). Figura 5.6.

05 Conos / Taludes. Reciben calificación 1 y mantenimiento negativo (-). Al estar en buen estado, requiriendo limpieza menor y deshierbe. Figura 5.6.



Figura 5.6 Parapeto / Pasamanos, Taludes. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.

06 Aleros. El puente carece de este elemento.

07 Estribos. Cabezal y pilotes en buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-), se recomienda limpiar y pintar el cabezal. Figura 5.7.



Figura 5.7 Estribo (Cabezal y pilotes). Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.

08 Pilas. El puente no cuenta con pilas.

09. Apoyos. Calificación de 0, requiere limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 5.8.

10 Losa. La losa se encuentra en buen estado, por lo que recibe calificación de 0 y un mantenimiento positivo (-) al requerir solo limpieza.

11 Largueros / Trabes. Presentan fisuras menores a 0.3 milímetros y falta de limpieza, por lo que se recomienda pintura. Se da una calificación de 2 y un mantenimiento negativo (-).
Figura 5.8.



Figura 5.8 Largueros / Trabes. Puente Periférico Paseo de la República-Río Grande.

12 Cauce. El cauce se encuentra azolvado y obstruido por vegetación. Se da una calificación de 3. Se recomienda limpieza. Mantenimiento negativo (-). Figura 5.8.

13. Otros elementos. Sin elementos adicionales.

14. Puente en general. El puente funciona como se diseñó, solo se requiere mantenimiento menor. Obtiene una calificación de 2. Se recomienda inspeccionar en un año.

5.2.2 19 LOMA DEL REY - RÍO GRANDE

CAPÍTULO 5

El puente con el identificador 19, es el puente ubicado sobre el Río Grande y calle Loma del Rey. El puente se ubica en el km 0+736 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Loma del Rey-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el catorce de abril de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.516' Norte, 101° 13.971' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 265,935.88, 2'178,927.10 y una altitud de 1,892 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.9.



Figura 5.9 Ubicación puente Loma del Rey-Río Grande. (Google Earth, 2017)

El espacio libre debajo del puente es de 3.00 metros, consta de un claro de 19.00 metros con un ancho total de 8.30 metros sin camellón, el ancho de calzada y entre bordillos de 8.30 metros. Sin banquetas en sus extremos. Posee un esviajamiento de 0°, cuenta con un parapeto sólido de concreto, superficie de desgaste de asfalto, juntas de expansión a base de ángulo o placas verticales de metal.

Su superestructura es a base de cinco traveses cajón de 1.10 metros de peralte, apoyadas en placas de neopreno. Sobre las vigas una losa de concreto armado. Cimentación de tres pilotes de 80 centímetros de diámetro por lado unidos mediante corona de concreto armado.

La inspección del puente se realizó el quince de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 18°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se encuentra deteriorada con desprendimiento de agregado, ocasionando acumulación de agua en zonas aisladas. Se recomienda remover el pavimento actual y colocar una nueva carpeta asfáltica, o en su defecto un riego de sello. Su calificación es de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.10.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico impidiendo que trabajen adecuadamente. Se da calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.10.



Figura 5.10 Superficie, Juntas de expansión. Puente Loma del Rey-Río Grande.

03 Banqueta / Camellón. El puente carece de este elemento.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra en buen estado, recientemente pintado, se observa desconchamiento aislado menor. Obtiene calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.11.

CAPÍTULO 5

05 Conos / Taludes. Se requiere limpieza y deshierbe en los taludes, así como retiro de basura. Requiere solo mantenimiento menor. Calificación de 1 con un mantenimiento negativo (-).

Figura 5.11.



Figura 5.11 Parapeto, Taludes. Puente Loma del Rey-Río Grande.

06 Aleros. El puente no cuenta con este elemento.

07 Estribos. Los estribos, compuestos a base de cimentación con pilotes y corona de concreto armado, se encuentran en buen estado, se recomienda pintura. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.12.

08 Pilas. El puente carece de este elemento.

09 Apoyos. Se encuentran en buen estado requiriendo solo limpieza. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-).

10 Losa. En buen estado requiriendo limpieza por la parte inferior. Se recomienda aplanado y pintura. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-).

11 Largueros / Trabes. En buen estado con presencia de suciedad y grietas menores a 0.2 milímetros. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.13.



Figura 5.12 Estribos. Puente Loma del Rey-Río Grande.

12 Cauce. Se encuentra con vegetación en el lecho del cauce. Se recomienda deshierbe y desazolve en caso de ser necesario. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.13.



Figura 5.13 Trabes, Cauce. Puente Loma del Rey-Río Grande.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

CAPÍTULO 5

14 Puente en general. Recibe calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Funciona como se diseñó. Se recomienda inspeccionar el siguiente año y dar seguimiento a fisuras para registrar su evolución. El cauce requiere de limpieza. Figura 5.14.



Figura 5.14 Vista general. Puente Loma del Rey-Río Grande.

5.2.3 20 JOSÉ MA. VARGAS - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 20, es el puente ubicado sobre el Río Grande y la calle José Ma. Vargas. El puente se ubica en el km 1+450 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como José Ma. Vargas-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el diecinueve de abril de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 41.538' Norte, 101° 13.559' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 266,656.18, 2'178,960.34 y una altitud de 1,891 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.15.

El espacio libre debajo del puente es de 2.53 metros. Consta de un claro de 26.20 metros y un ancho total de 10.20 metros. El ancho de calzada es de 7.90 metros con banquetas en ambos extremos de 1.15 metros de ancho. Esviajamiento de 0°, con parapetos metálicos.

La superficie de desgaste es de asfalto y juntas de expansión a base de ángulo o placas de acero verticales. La superestructura está compuesta por 4 vigas I metálicas de un metro de peralte y una pulgada de espesor unidas por cuatro diafragmas metálicos, apoyadas en los estribos mediante placas metálicas. Posee una losa de concreto a base de losa-acero de treinta centímetros de espesor. Su cimentación es directa a través de estribos solidos enterrados sin aleros.



Figura 5.15 Ubicación puente José Ma. Vargas-Río Grande. (Google Earth, 2017)

La inspección del puente se realizó el quince de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 18°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. En la superficie se puede observar desprendimiento de agregado de la carpeta, agrietamientos y baches. Su calificación corresponde a 3, con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.16.

02 Juntas de expansión. Las juntas se encuentran obstruidas impidiendo que trabajen adecuadamente. Su calificación se da de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 4.17.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta presenta grietas y falta de limpieza. Se da una calificación de 2. Mantenimiento negativo (-). Figura 5.17.



Figura 5.16 Superficie. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.



Figura 5.17 Juntas, Banqueta, Parapeto. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra recientemente rehabilitado. Su calificación es de 1 con un mantenimiento negativo (-). Requiere limpieza. Figura 5.17.

05 Conos / Taludes. En buen estado. Requiriendo limpieza de maleza. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.18.



Figura 5.18 Conos / Taludes. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.

06 Aleros. El puente no cuenta con este elemento.

07 Estribos. Se encuentran en buen estado, requiriendo solo de limpieza. Su calificación es de 1 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.19.



Figura 5.19 Estribos, Apoyos. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.

CAPÍTULO 5

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado, requieren de limpieza para evitar oxidación y corrosión. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.19.

10 Losa. Se encuentra en buen estado, presenta fisuras menores a 0.1 milímetros. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.20

11 Largueros / Trabes. En buen estado, pero con deflexión importante, se recomienda observación, ya que por ser acero, sus fallas se pueden presentar súbitamente. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.20.

12 Cauce. Azolvado y con vegetación. Se recomienda desazolve y deshierbe. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.20.



Figura 5.20 Losa, Largueros, Cauce. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.

13 Otros elementos. El terraplén de acceso al puente se encuentra consolidado, presentando un asentamiento respecto al nivel de la superficie del puente. Se recomienda re nivelar. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.21.

14 Puente en general. El puente se encuentra funcionando como se diseñó. Se recomienda observación en elementos estructurales, ya que por ser acero, puede presentar fallas súbitas,

sin presentar signos de advertencia alguna. Inspección al año siguiente. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.21.



Figura 5.21 Terraplén de acceso, Vista general. Puente José Ma. Vargas-Río Grande.

5.2.4 21 FCO. I. MADERO - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 21, es el puente ubicado sobre el Río Grande y la Avenida Madero. El puente se ubica en el km 3+240 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Fco. I. Madero-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veintiuno de abril de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 42.144' Norte, 101° 12.819' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 267,963.44, 2'180,062.32 y una altitud de 1,890 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.22.



Figura 5.22 Ubicación puente Fco. I. Madero-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre debajo de 4.00 metros, consta de 1 claro de 15.00 metros de largo y un ancho total de 44.20 metros. Se puede observar que el puente fue ampliado, siendo su sección central, la primera en construirse, con un puente en arco, posiblemente, uno de los puentes más antiguos de Morelia. A ambos extremos ampliación a base de losa. La sección central funciona, como camellón de 14.20 metros de ancho, teniendo banquetas en ambos extremos del puente de 2.15 y 1.90 metros de ancho, el ancho de calzada total es de 14.50 metros. Su esviajamiento es de 0° . Cuenta con un parapeto ligero de acero. No cuenta con dispositivo de juntas de expansión.

La superestructura en la sección central es a base de un puente en arco de mampostería de piedra. Las secciones laterales, son a base de losa de concreto armado de 0.50 metros de peralte con una superficie de desgaste de asfalto. La losa se encuentra apoyada en estribos de mampostería de piedra con aleros integrados. Actualmente se encuentra otro puente sobre este, mismo que funciona para desahogar el tráfico y librar las vías del tren. Dicho puente queda fuera de estudio del presente trabajo por ser construido recientemente.

La inspección del puente se realizó el dieciséis de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 16°C . La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se encuentra con desprendimiento de agregado, grietas y baches superficiales. Recibe una calificación de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.23.



Figura 5.23 Superficie. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

02 Juntas de expansión. Las juntas de expansión se encuentran obstruidas por material asfáltico, ocasionando que no trabajen adecuadamente, se observa acumulación de agua y tierra. Se recomienda colocar un dispositivo nuevo para la junta de expansión. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.24.



Figura 5.24 Juntas de expansión. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

CAPÍTULO 5

03 Banqueta / Camellón. Las banquetas se encuentran con grietas menores y aisladas, se recomienda limpieza y sellado de fisuras. El camellón se encuentra en buen estado, solo requiere limpieza menor. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.25.



Figura 5.25 Banqueta / Camellón. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

04 Parapeto / Pasamanos. El parapeto se encuentra doblado por impacto en una sección, el resto está en buen estado, recientemente pintado. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.26.



Figura 5.26 Parapeto / Pasamanos. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

05 Conos / Taludes. En buen estado, requiriendo limpieza y deshierbe. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.27.



Figura 5.27 Conos / Taludes. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

06 Aleros. En buen estado, requieren limpieza para retirar suciedad y acumulación de polvo. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.28.

07 Estribos. En buen estado, requieren limpieza para retirar suciedad y acumulación de polvo. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.28.

08 Pilas. El puente no posee este elemento.

09 Apoyos. En buen estado en las tres secciones del puente. Limpieza menor. Su calificación es de 1 con mantenimiento positivo (+). Figura 5.28.

10 Losa. Se observa desconchamiento aislado por efecto de la humedad en los drenes verticales. Su calificación con mantenimiento negativo (-). Se recomienda aplanar. Figura 5.28.

11 Larguero / Trabes. Carece de este elemento en sus secciones laterales. En la sección en puente con arco, funciona como tal, estando en buen estado.

CAPÍTULO 5

12 Cauce. Requiere desazolve y deshierbe. Su calificación es de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.28.



Figura 5.28 Aleros, Estribos, Apoyos, Losa, Largueros, Cauce. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra funcionando como se diseñó, requiere mantenimiento menor. Se recomienda aplanado en la losa para proteger de humedad. Calificación de 2 y un mantenimiento negativo (-). Inspección en un año. Figura 5.29.



Figura 5.29 Vista general. Puente Fco. I. Madero-Río Grande.

5.2.5 22 AV. MICHOACÁN - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 22, es el puente ubicado sobre el Río Grande y Avenida Michoacán. El puente se ubica en el km 4+015 de acuerdo a la nomenclatura utilizada. El nombre del puente se da como Av. Michoacán-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veintisiete de abril de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 42.542' Norte, 101° 12.702' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 268,177.29, 2'180,793.78 y una altitud de 1,878 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.30.



Figura 5.30 Ubicación puente Periférico Paseo de la República-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre debajo de él de 2.75 metros. Cuenta con un claro de 18.20 metros de longitud y un ancho total de 16.00 metros. El ancho de calzada es de 13.00 metros y cuenta con banquetas a los extremos de 1.50 metros de ancho. Su esviamiento es de 0°. Posee un parapeto metálico ligero, superficie de asfalto y juntas de expansión a base de ángulo o placas de acero verticales.

Se puede apreciar que el puente fue ampliado anteriormente, ya que consta de tres secciones.

CAPÍTULO 5

La sección central cuenta con una superestructura a base de vigas cajón de 0.80 metros de peralte y las secciones laterales con tres vigas IPR de acero de 0.80 metros de peralte, apoyadas en placas de neopreno, y a su vez en estribo sólido enterrado. Cuenta con una losa de concreto armado y sobre esta una superficie de desgaste de asfalto.

La inspección del puente se realizó el dieciocho de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 20°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se encuentra mal elaboradas las juntas longitudinales de construcción en zona de ampliación. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-).
Figura 5.31.



Figura 5.31 Superficie. Puente Av. Michoacán-Río Grande.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico, impidiendo que trabajen adecuadamente, además, se encuentran dobladas por impacto de los vehículos. Su calificación es de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.32.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra en buen estado, requiriendo solo de limpieza menor. Su calificación es de 1 con un mantenimiento negativo (-). Figura 4.31.

04 Parapeto / Pasamanos. Recientemente rehabilitado y pintado. Su condición es de 0 con un mantenimiento positivo (+). Figura 5.33.



Figura 5.32 Juntas de expansión. Puente Av. Michoacán-Río Grande.



Figura 5.33 Banqueta, Parapeto. Puente Av. Michoacán-Río Grande.

CAPÍTULO 5

05 Conos / Taludes. En buen estado. Requieren de limpieza menor. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.34.



Figura 5.34 Conos, Taludes. Puente Av. Michoacán-Río Grande.

06 Aleros. El puente carece de este elemento.

07 Estribos. En buen estado, requiriendo solo limpieza menor cuando se presente la ocasión. Su calificación es de 0 con mantenimiento positivo (+). Figura 5.35.

08 Pilas. No cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado, limpieza menor cuando se presente la ocasión. Calificación de 0 con un mantenimiento positivo (+).

10 Losa. Elemento a base de losa-acero, presentando suciedad y desconchamientos menores aislado. Se recomienda aplanar. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-).

11 Largueros / Trabes. Se encuentran en buen estado, con presencia de manchas de óxido menores aisladas. Se recomienda pintar. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-).
Figura 5.35.

12 Cauce. Requiere limpieza. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.35.

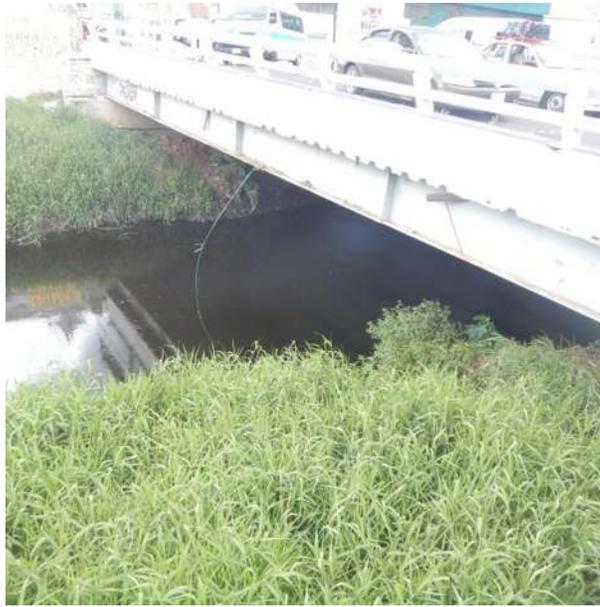


Figura 5.35 Estribos, Losa, Largueros, Cauce. Puente Av. Michoacán-Río Grande.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente funciona como se diseñó. Requiere mantenimiento menor. Su calificación es de 2 y mantenimiento negativo (-). Inspección en un año. Se recomienda reemplazar la superficie del puente elaborando una adecuada junta de construcción entre las tres secciones del puente. Figura 5.36.



Figura 5.36 Vista general. Puente Av. Michoacán-Río Grande.

5.2.6 23 RÍO COLORADO - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 23, es el puente ubicado sobre el Río Grande y Río Colorado. El puente se ubica en la desembocadura del Río Chiquito hacia el Río Grande. El puente se ubica en el km 4+195 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Río Colorado-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veintisiete de abril de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 42.621' Norte, 101° 12.644' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 268,27185, 2'180,911.07 y una altitud de 1,888 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.37.



Figura 5.37 Ubicación puente Río Colorado-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 4.16 metros, cuenta con un claro de 39.50 metros de longitud y un ancho total de 12.55 metros. El ancho de calzada es de 11.25 metros. Cuenta con banquetta en uno de sus extremos con 1.30 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0°. Su superficie de desgaste es de asfalto. Cuenta con un parapeto metálico y juntas de expansión a base de ángulos o placas verticales de acero.

Su superestructura está formada por nueve vigas potensadas de 2.10 metros de peralte unidas por seis diafragmas de concreto armado. Apoyadas en placas de neopreno.

Su cimentación es directa a base de cinco pilotes unidos por un cabezal de concreto armado en cada uno de sus extremos de 1.20 metros de diámetro. Cuenta con un muro de contención para confinar el terraplén de acceso.

La inspección del puente se realizó el veintidós de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 23°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. La superficie del puente se encuentra en buen estado. Se observa reciente mantenimiento. Su calificación es de 1 con mantenimiento positivo (+). Figura 5.37.



Figura 5.38 Superficie, Parapeto. Puente Río Colorado-Río Grande.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas impidiendo que trabajen adecuadamente. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.39.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra con desconchamiento y grietas en zona aislada. Se recomienda sellar. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.40.

CAPÍTULO 5

04 Parapeto / Pasamanos. En buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.38.



Figura 5.39 Juntas de expansión. Puente Río Colorado-Río Grande.



Figura 5.40 Banqueta. Puente Río Colorado-Río Grande.

05 Conos / Taludes. Los taludes se encuentran en buen estado, requiriendo limpieza y deshierbe. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.41.

06 Aleros. El puente carece de este elemento.

07 Estribos. Se observa acero de refuerzo en la corona que une los pilotes. Se recomienda aplanar. Su calificación es de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.41.



Figura 5.41 Taludes, Estribos. Puente Río Colorado-Río Grande.

08 Pilas. No cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado, requiriendo limpieza. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.42.

10 Losa. En buen estado. Calificación 0 con mantenimiento positivo (+).

11 Largueros / Trabes. Se observan en buen estado. Su calificación es de 0 con mantenimiento positivo (+). Se recomienda pintura para proteger de la humedad. Figura 5.43.

12 Cauce. Se encuentra azolvado y con maleza. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.43.



Figura 5.42 Apoyos. Puente Río Colorado-Río Grande.



Figura 5.43 Largueros, Cauce. Puente Río Colorado-Río Grande.

13 Otros elementos. El terraplén de acceso al puente se encuentra consolidado, ejerciendo empuje sobre el muro de contención, ocasionando hundimiento en la superficie. El muro se encuentra fracturado en peligro de colapso. Se recomienda rehacer. Calificación de 4 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.44.



Figura 5.44 Terraplén de acceso. Puente Río Colorado-Río Grande.

14 Puente en general. El puente recibe una calificación 3 y un mantenimiento negativo (-), debido al riesgo de colapso del terraplén de acceso. Requiere atención inmediata. Se recomienda rehacer el muro de contención del puente, así como colocar material filtrante para evitar empuje debido a la humedad. Inspección en un año.

La inspección del puente se realizó el veintidós de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 24°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. La capa de desgaste de asfalto se encuentra desprendida casi en su totalidad. Se observa la losa de compresión y acero de refuerzo de la misma expuesto por el desgaste. Se recomienda sellar y colocar una carpeta asfáltica como capa de rodadura. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.46.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico, así como dobladas en su parte superior. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.46.



Figura 5.46 Superficie, Juntas de expansión. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Su calificación es de 0 con un mantenimiento positivo (+). Figura 5.47.

04 Parapeto / Pasamanos. En buen estado, pintado recientemente. Calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 5.47.

05 Conos / Taludes. En buen estado, requiriendo limpieza y deshierbe. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.48.



Figura 5.47 Banqueta, Pasamanos. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.



Figura 5.48 Taludes. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.

06 Aleros. Requiere aplanar y limpieza. Desconchamiento asilado. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.49.

07 Estribos. Presencia de humedad y grietas. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.50.



Figura 5.49 Aleros. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.



Figura 5.50 Estribos, Losa, Largueros, Cauce. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado. Calificación 0 y mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Se observa desconchamiento aislado de concreto y humedad. Se recomienda aplanar y pintar. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.50.

CAPÍTULO 5

11 Largueros / Trabes. Se observa presencia de óxido, se recomienda limpieza y pintura anticorrosiva. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.50.

12 Cauce. Azolvado. Calificación 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.50.

13 Otros elementos. No cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. Presenta vibraciones perceptibles al paso de vehículos. Las trabes presentan principios de oxidación. Se recomienda revisar la estructura ante vibraciones ya que se sabe que una estructura de acero, en la mayoría de los casos, no presenta signos de falla perceptibles, ante un colapso inminente. Su calificación es de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.51.



Figura 5.51 Vista general. Puente Paseo de las Jacarandas-Río Grande.

5.2.8 25 AV. GPE. VICTORIA - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 25, es el puente ubicado sobre el Río Grande y la Avenida Guadalupe Victoria. El puente se ubica en el km 5+790 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Guadalupe Victoria-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el seis de mayo de 2016. Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 42.800'$ Norte, $101^{\circ} 11.844'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 269,683.55, 2'181,248.98 y una altitud de 1,875 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.52.



Figura 5.52 Ubicación puente Gpe. Victoria-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre debajo de 2.50 metros, posee un claro de 16.40 metros de longitud, un ancho total de 9.70 metros, ancho de calzada de 8.10 metros, banquetas en ambos extremos de 0.80 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0° . Cuenta con superficie de desgaste de asfalto. No posee dispositivo en juntas de expansión. Pasamanos sólido de concreto de 0.80 metros de altura.

Su superestructura es a base de un tablero enmarcado por dos vigas coladas in situ de 1.80 metros de peralte unidas mediante cuatro diafragmas de concreto armado y losa de

CAPÍTULO 5

compresión. Su cimentación es a base de estribos de concreto solido enterrado con aleros separados. Sus apoyos son a través de juntas constructivas.

La inspección del puente se realizó el veintidós de noviembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 24°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se encuentra casi en su totalidad desprendida la carpeta asfáltica. La losa de compresión funciona como capa de rodadura, teniendo acero de refuerzo expuesto por el desgaste. Se recomienda sellar y colocar una carpeta asfáltica. Su calificación es de 4 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.53.



Figura 5.53 Superficie. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas impidiendo el buen funcionamiento de las mismas. Calificación de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.54.

03 Banqueta / Camellón. En buen estado. Calificación 0 con mantenimiento negativo (-) por falta de limpieza. Figura 5.55.

04 Parapeto / Pasamanos. En buen estado. Calificación 0 con mantenimiento negativo (-) por falta de limpieza. Figura 5.55.



Figura 5.54 Juntas de expansión. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.



Figura 5.55 Banqueta, Pasamanos. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.

05 Conos / Taludes. En buen estado con maleza y basura. Requiere mantenimiento menor. Su calificación es de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.56.

06 Aleros. En buen estado requiriendo limpieza. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.56.



Figura 5.56 Taludes, Aleros. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.

07 Estribos. En buen estado, requiriendo limpieza y sellado de fisuras. Se recomienda aplanado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.57.



Figura 5.57 Estribos, Largueros, Cauce. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado, requiriendo limpieza la junta constructiva. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-).

10 Losa. Se encuentra desgastada por usarse como superficie de desgaste. Acero expuesto en zonas aisladas. Calificación de 3 y mantenimiento negativo (-). Se recomienda sellar y colocar capa de desgaste.

11 Largueros / Trabes. Se observa desconchamiento de concreto aislado y fisuras menores a 0.2 milímetros. Se recomienda aplanar. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.57.

12 Cauce. Se observa maleza y azolve en el cauce. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.57.

13 Otros elementos. No cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente funciona como se diseñó. Requiere mantenimiento menor. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.58.



Figura 5.58 Vista general. Puente Gpe. Victoria-Río Grande.

5.2.9 26 GUILLERMO PRIETO - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 26, es el puente ubicado sobre el Río Grande y la calle Guillermo Prieto. El puente se ubica en el km 6+175 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Guillermo Prieto-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el doce de mayo de 2016. Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 42.749'$ Norte, $101^{\circ} 11.630'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 270,056.77, 2'181,150.23 y una altitud de 1,875 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.59.



Figura 5.59 Ubicación puente Guillermo Prieto-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 3.55 metros. Tiene un claro de 27.20 metros de longitud y un ancho total de 10.50 metros. El ancho de calzada es de 8.00 metros, con banquetas en ambos extremos de 1.25 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0° . El parapeto es a base de estructura ligera de acero. Su superficie de desgaste es de asfalto y las juntas de expansión son a base de ángulo o placas verticales de acero.

La superestructura comprende cinco travesaños de 1.35 metros de peralte, apoyadas en placas de neopreno en estribos de concreto sólidos enterrados. Posee una losa de compresión de 0.30 metros de espesor.

La inspección del puente se realizó el veintitrés de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 17°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se observa desprendimiento casi en su totalidad del agregado, dejando al descubierto la losa, funcionando como capa de rodadura dejando el acero expuesto por el desgaste. Su calificación es de 3 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.60.

02 juntas de expansión. Se encuentran obstruidas y dobladas, impidiendo su buen funcionamiento. Su calificación es de 4 y mantenimiento negativo (-) Figura 5.60.



Figura 5.60 Superficie, Juntas de expansión. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado. Recibe calificación de 0 con mantenimiento negativo (-) por falta de limpieza menor. Figura 5.61.

04 Parapeto / Pasamanos. En buen estado. Recibe calificación de 0 con mantenimiento negativo (-) por falta de limpieza menor. Figura 5.61.

05 Conos / Taludes. Se observa maleza en los taludes. Requiere limpieza menor. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.62.

CAPÍTULO 5

06 Aleros. El puente no posee este elemento.

07 Estribos. En buen estado. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.63.



Figura 5.61 Banqueta, Pasamanos. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.



Figura 5.62 Taludes. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-).



Figura 5.63 Estribos, Largueros, Cauce. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.

10 Losa. Presenta acero expuesto por emplearse como capa de rodadura. Se recomienda sellar y colocar una carpeta asfáltica como capa de desgaste. Su calificación es de 3 y mantenimiento negativo (-).

11 Largueros / Trabes. En buen estado, requiriendo solo limpieza. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.63.

12 Cauce. Se encuentra azolvado y con maleza. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.63.

13 Otros elementos. El puente no posee otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra en condiciones de operación. Funciona como se diseñó. Su calificación es de 2 con mantenimiento negativo (-). Se recomienda pintar toda la superestructura. Realizar inspección en un año. Figura 5.64.



Figura 5.64 Vista general. Puente Guillermo Prieto-Río Grande.

5.2.10 27 AV. MORELOS NORTE - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 27, es el puente ubicado sobre el Río Grande y la Avenida Morelos Norte. El puente se ubica en el km 6+772 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Av. Morelos Norte-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el dieciocho de mayo de 2016. Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 42.764'$ Norte, $101^{\circ} 11.300'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 270,633.47, 2'181,170.29 y una altitud de 1,876 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.65.

El puente cuenta con un espacio libre de 4.16 metros, un claro de 26.80 metros de longitud con un ancho total de 18.50 metros, un ancho de calzada de 15.00 metros, cuenta con banquetas en ambos extremos de 1.75 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0° . Superficie de asfalto sin dispositivo de juntas de expansión. La superestructura es a base de dos travesaños cajón de 9.50 metros de ancho y 1.15 metros de peralte, apoyadas en placas de neopreno sobre corona de concreto armado. Su cimentación es directa a través de pilotes cuadrados de 0.45 metros de ancho. Se desconoce el número de pilotes. Las travesaños se encuentran reforzadas por tiras de fibra de carbono.

CAPÍTULO 5

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas. No funcionan adecuadamente. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.66.

03 Banqueta / Camellón. La banqueta se encuentra en buen estado. Recibe calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 5.67.

04 Parapeto / Pasamanos. En buen estado. Calificación de 0 y mantenimiento positivo (+). Figura 5.67.

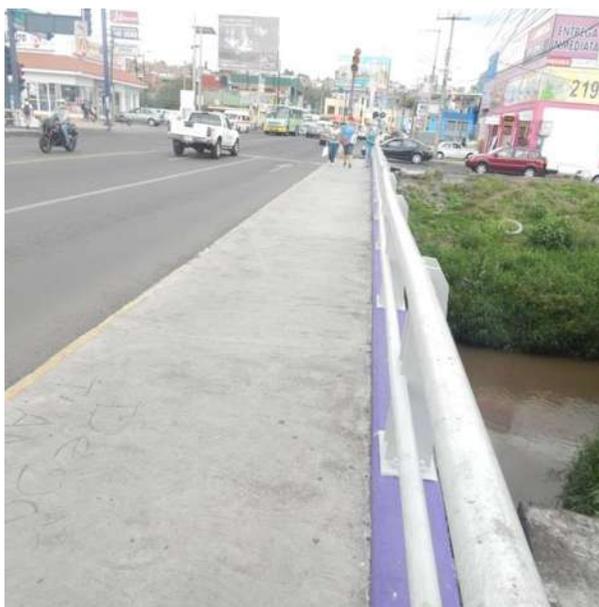


Figura 5.67 Banqueta, Pasamanos. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.

05 Conos / Taludes. En buen estado. Solo requiere limpieza menor de basura. Calificación de 0 con mantenimiento positivo (+). Figura 5.68.

06 Aleros. En buen estado. Necesario solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.69.

07 Estribos. En buen estado. Necesario solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.69.

08 pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09. Apoyos. En buen estado. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-) Figura 5.70.



Figura 5.68 Taludes. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.



Figura 5.69 Aleros, Estribos. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.

10 Losa. En buen estado. Recibe calificación de 0 y mantenimiento negativo (-).

11 Largueros. Se observan en buen estado, sin deterioro aparente. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.71.



Figura 5.70 Apoyos. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.



Figura 5.71 Largueros. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.

12 Cauce. Se encuentra azolvado y con maleza. Calificación de 2 y un mantenimiento negativo (-). Figura 5.72.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

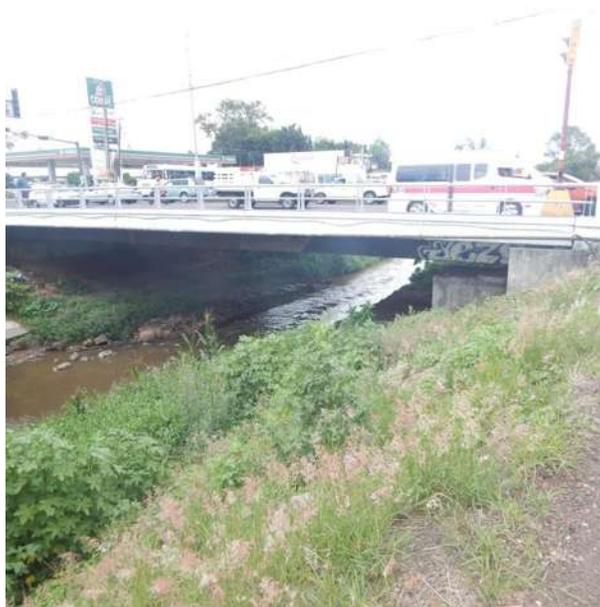


Figura 5.72 Cauce. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.

14 Puente en general. El puente funciona como se diseñó. Se recomienda reparar la junta longitudinal en la superficie. Así como limpieza del cauce. La calificación otorgada es de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.73.



Figura 5.73 Vista general. Puente Av. Morelos Norte-Río Grande.

5.2.11 28 ALBERTO BREMAUNTZ MARTÍNEZ - RÍO GRANDE

El puente con el identificador 28, es el puente ubicado sobre el Río Grande y la calle Alberto Bremauntz Martínez. El puente se ubica en el km 7+535 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el veintiséis de mayo de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 42.979' Norte, 101° 10.936' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 271,274.56, 2'181,560.42 y una altitud de 1,874 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.74.



Figura 5.74 Ubicación puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El espacio libre debajo del puente es de 3.16 metros, cuenta con un claro de 24.60 metros de longitud, un ancho total de 12.50 metros, el ancho de calzada es de 10.10 metros, posee banquetas en ambos extremos de 1.20 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0°. Cuenta con un parapeto metálico ligero. La superficie del puente es de asfalto y las juntas de expansión son a base de ángulo o placas verticales metálicas.

La superestructura está compuesta por ocho travesaños de 1.20 metros de peralte apoyadas en placas de neopreno, y estas a su vez en un estribo de concreto sólido enterrado. Posee una

losa de compresión de 0.20 metros de espesor, sobre la cual se encuentra una carpeta asfáltica como capa de rodadura.

La inspección del puente se realizó el veintinueve de noviembre de 2016 con un tiempo soleado y una temperatura de 22°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se encuentra en buen estado, con desgaste menor en zonas aisladas. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.75.



Figura 5.75 Superficie. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.

03 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas por material asfáltico, impidiendo que trabajen de manera adecuada. Su calificación es de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.76.

04 Banqueta / Camellón. En buen estado. Calificación 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.77.

05 Parapeto / Pasamanos. En buen estado. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.77.



Figura 5.76 Juntas de expansión. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.



Figura 5.77 Banqueta, Pasamanos Taludes. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.

05 Conos / Taludes. Buen estado, requiere limpieza menor. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). 5.77.

06 Aleros. No posee el puente este elemento.

07 Estribos. Los estribos presentan fisuras y oquedades. Se recomienda aplanar y pintar. Su calificación es de 2 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.78.



Figura 5.78 Estribos, Apoyos. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.

08 Pilas. El puente no cuenta con pilas.

09 Apoyos. En buen estado, requiriendo solo limpieza. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.78.

10 Losa. En buen estado. Calificación 0 y mantenimiento negativo (-).

11 Largueros. En buen estado, requiriendo limpieza. Se recomienda pintar para proteger de la humedad. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.79.

12 Cauce. Se encuentra azolvado. Requiere deshierbe. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.80.

13 otros elementos. No cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. El puente se encuentra en buen estado. Requiere limpieza y mantenimiento menor. Priorizando las juntas de expansión. Su clasificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.80.



Figura 5.79 Largueros. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.



Figura 5.80 Cauce, Vista general. Puente Alberto Bremauntz Martínez-Río Grande.

5.2.12 29 PERIFÉRICO REVOLUCIÓN - RÍO GRANDE. (EN DIRECCIÓN SALIDA A CHARO)

El puente con el identificador 29, es el puente ubicado sobre el Río Grande y Periférico Revolución. El puente se ubica en el km 8+100 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Periférico Revolución Charo-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el treinta de mayo de 2016. Sus coordenadas geográficas son 19° 43.166' Norte, 101° 10.686' Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 271,714.53, 2'181,897.89 y una altitud de 1,876 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.81.

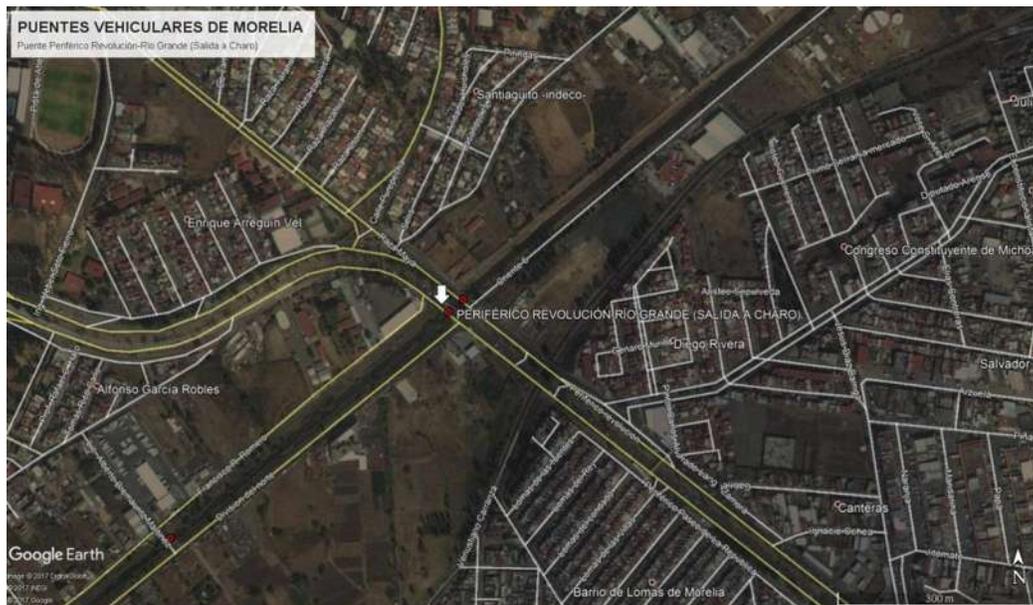


Figura 5.81 Ubicación puente Periférico Revolución-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre de 5.12 metros, consta de un claro de 20.60 metros de longitud y un ancho total de 13.50 metros. El ancho de calzada es de 11.50 metros. Cuenta con banquetas en ambos extremos de 1.00 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0° con un parapeto metálico ligero. Su superficie de expansión es asfalto. No cuenta con dispositivo de juntas de expansión. La superestructura es a base de seis vigas AASHTO III unidas con tres diafragmas de concreto armado. Apoyos de neopreno y estribos a base de tres pilotes con

CAPÍTULO 5

cabezal de concreto armado por lado. Posee un muro de retención del terraplén del acceso. Con aleros integrados.

La inspección del puente se realizó el primero de diciembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 26°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. Se observan roderas en la superficie del puente, lo que indica un espesor de carpeta considerable. Su calificación es de 2 con un mantenimiento negativo (-).

Figura 5.82.



Figura 5.82 Superficie, Banqueta. Puente Periférico Revolución-Río Grande.

02 Juntas de expansión. Se encuentran obstruidas impidiendo que trabajen adecuadamente. Su calificación es de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.83.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra en buen estado. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-) a falta de limpieza. Figura 5.82.

04 Parapeto / Pasamanos. Se encuentra desoldado de uno de sus extremos. Riesgo de caída. Calificación 4 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.84.



Figura 5.83 Juntas de expansión. Puente Periférico Revolución-Río Grande.



Figura 5.84 Pasamanos, Taludes. Puente Periférico Revolución-Río Grande.

05 Conos / Taludes. En buen estado, necesario solo limpieza menor. Calificación de 1 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.84.

06 Aleros. Presentan desconchamiento de concreto y fisuras. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.85.

CAPÍTULO 5

07 Estribos. Se encuentran con desconchamiento y fisuras. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-).

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado. Calificación de 0 con mantenimiento positivo (+).

10 Losa. En buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-).



Figura 5.85 Aleros. Puente Periférico Revolución-Río Grande.

11 Largueros / Trabes. En buen estado. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-), por falta de limpieza menor. Figura 5.86.

12 Cauce. En buen estado, requiriendo limpieza de maleza. Calificación de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.86.

13 Otros elementos. El muro de contención del terraplén de acceso se encuentra fisurado, por lo que el terraplén puede colapsar. Se necesita reparación inmediata. Calificación de 5 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.86.



Figura 5.86 Largueros, Cauce, Muro contención. Puente Periférico Revolución-Río Grande.

14 Puente en general. El puente recibe una calificación de 3 con un mantenimiento negativo (-). Los elementos estructurales se encuentran en buen estado, sin embargo, el muro de contención del terraplén está en riesgo de falla. Se recomienda reparar e inspeccionar en un año. Figura 5.87.



Figura 5.87 Vista general. Puente Periférico Revolución-Río Grande.

5.2.13 30 PERIFÉRICO REVOLUCIÓN - RÍO GRANDE (EN DIRECCIÓN AL ESTADIO).

El puente con el identificador 30, es el puente ubicado sobre el Río Grande y Periférico Revolución en dirección al Estadio. El puente se ubica en el km 8+100 de acuerdo a la nomenclatura señalada anteriormente. El nombre del puente se da como Periférico Revolución Estadio-Río Grande. La fecha de la toma de datos para su inventario fue el treinta de mayo de 2016.

Sus coordenadas geográficas son $19^{\circ} 43.177'$ Norte, $101^{\circ} 10.675'$ Oeste, siendo sus coordenadas correspondientes en UTM de acuerdo a la zona geográfica, 271,737.92, 2'181,916.66 y una altitud de 1,876 metros sobre el nivel del mar. Figura 5.88.

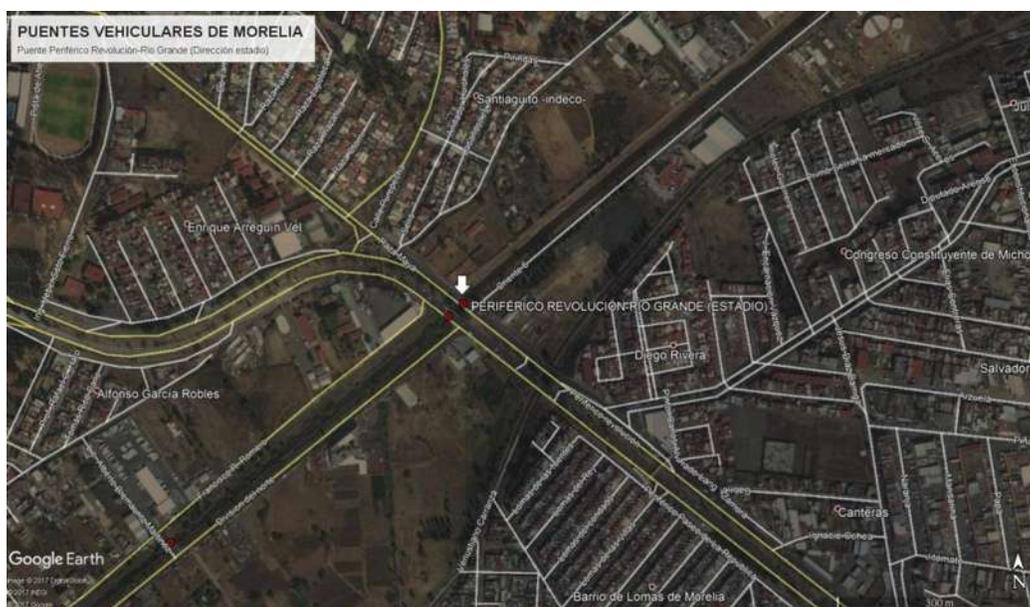


Figura 5.88 Ubicación puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande. (Google Earth, 2017).

El puente cuenta con un espacio libre debajo de él de 3.58 metros, consta de un claro de 22.40 metros de longitud, un ancho total de 13.10 metros, contando con una calzada de 11.10 metros y banquetas a sus extremos de 1.00 metros de ancho. Su esviajamiento es de 0° . Cuenta con un parapeto metálico de tres crestas con terminal de concreto. Su superficie de desgaste es de asfalto sin dispositivos de juntas de expansión.

Su superestructura consta de seis vigas de concreto armado coladas in situ de 1.50 metros de peralte y 0.30 metros de ancho, unidas mediante cuatro diafragmas de concreto armado, simplemente apoyadas mediante junta constructiva. Su cimentación es directa a base de estribos de mampostería de piedra con aleros integrados y corona de concreto armado.

La inspección del puente se realizó el primero de diciembre de 2016 con un tiempo nublado y una temperatura de 26°C. La revisión de daño por componente fue la siguiente:

01 Superficie del puente. La superficie del puente se encuentra en buen estado, sin presentar deformaciones o roderas. Se observa solo falta de limpieza. Su calificación es de 1 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.89.

02 Juntas de expansión. Las juntas de expansión se encuentran obstruidas impidiendo que trabajen adecuadamente. Se da una calificación de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.89.



Figura 5.89 Superficie, Juntas de expansión. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.

03 Banqueta / Camellón. Se encuentra con fisuras y cubierta por polvo y suelo. Se recomienda limpiar y dar mantenimiento menor. Calificación de 2 con mantenimiento negativo (-).

CAPÍTULO 5

04 Parapeto / Pasamanos. El parapeto se encuentra desatornillado de uno de sus extremos, requiere pintura y limpieza. Calificación de 3 con mantenimiento negativo (-).

05 Conos / Taludes. Los taludes se encuentran en buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 0 con mantenimiento negativo (-). Figura 5.90.

06 Aleros. En buen estado. Se recomienda aplanado para proteger de la humedad. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.90.

07 Estribos. En buen estado, requiriendo solo limpieza menor. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.90.



Figura 5.90 Taludes, Aleros, Estribos. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.

08 Pilas. El puente no cuenta con este elemento.

09 Apoyos. En buen estado. Se requiere limpieza menor. Calificación de 0 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.91.

10 Losa. La losa se encuentra en buen estado, presentando solo suciedad. Su calificación es de 0 y su mantenimiento negativo (-). Figura 5.91.

11 Largueros / Trabes. Los largueros presentan signos de humedad y desconchamiento aislado. Se recomienda aplanar y pintar. Calificación de 2 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.91.

12 Cauce. El cauce se encuentra con azolve y maleza. Se recomienda limpiar y dar mantenimiento. Calificación de 3 con un mantenimiento negativo (-). Figura 5.92.

13 Otros elementos. El puente no cuenta con otros elementos.

14 Puente en general. Funciona como se diseñó. Requiere mantenimiento menor. Calificación de 2 y mantenimiento negativo (-). Figura 5.92.



Figura 5.91 Apoyos, Losa, Largueros. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.



Figura 5.92 Cauce, Vista general. Puente Periférico Revolución Estadio-Río Grande.

CAPÍTULO 5

De los trece puentes que se evaluaron en el Río Grande, dos están con una calificación 3 o mayor, que es donde mayor atención se debe poner en su mantenimiento y futuras inspecciones. Los dos puentes con calificación 3, cuentan con un terraplén de acceso en riesgo de colapso. Los muros que poseen de contención se encuentran fracturados y susceptibles al fallo total. En el Río Grande existen tres puentes con superestructura metálica, que como ya se mencionó, tienden a fallar sin un aviso temprano, cuando no se les da mantenimiento. De los puentes en riesgo, uno está ubicado sobre el periférico de Morelia, por donde circula una gran cantidad de vehículos pesados, aumentando el riesgo de colapso. Es importante observar también el cauce del río, ya que se encuentra mayormente azolvado durante su paso por los puentes, traduciéndose en peligros de inundación y de posibles daños a los puentes dentro del Río Grande. El componente que más falla presenta dentro de los puentes del Río Grande es la superficie del puente, que en su mayoría se encuentra desprendida o es inexistente. También es importante señalar que los puentes localizados en el Río Grande presentan un galibo muy reducido, traduciéndose, nuevamente, en posibles inundaciones frente a avenidas fuertes, que año con año, inclusive, en avenidas típicas suceden desbordes en el río. Afectando a los puentes y a la vialidad.

6. ESTADÍSTICAS DE LOS PUENTES VEHICULARES

6.1 INTRODUCCIÓN

Una vez realizadas las inspecciones y evaluaciones de los puentes vehiculares, es necesario realizar una compilación de los resultados obtenidos, para poder evaluar y conocer el estado de los puentes vehiculares en su conjunto y no solo individualmente. El poder contar con estadísticas y datos en conjunto de los puentes, resulta en una mejor toma de decisiones a la hora de dar mantenimiento en los puentes, de igual manera, ayudan a visualizar el estado de los mismos en conjunto, dejando ver el cómo y por qué de la evolución de deterioro de los componentes de los puentes. A continuación, se muestran en conjunto, cada uno de los componentes de los treinta puentes inspeccionados y evaluados en el presente trabajo, de igual manera un mapa donde se aprecia, el estado general de cada uno de los puentes en estudio. En la figura 6.1 se observa la distribución de puentes en estudio por tipo de material de su superestructura, de mayor a menor.

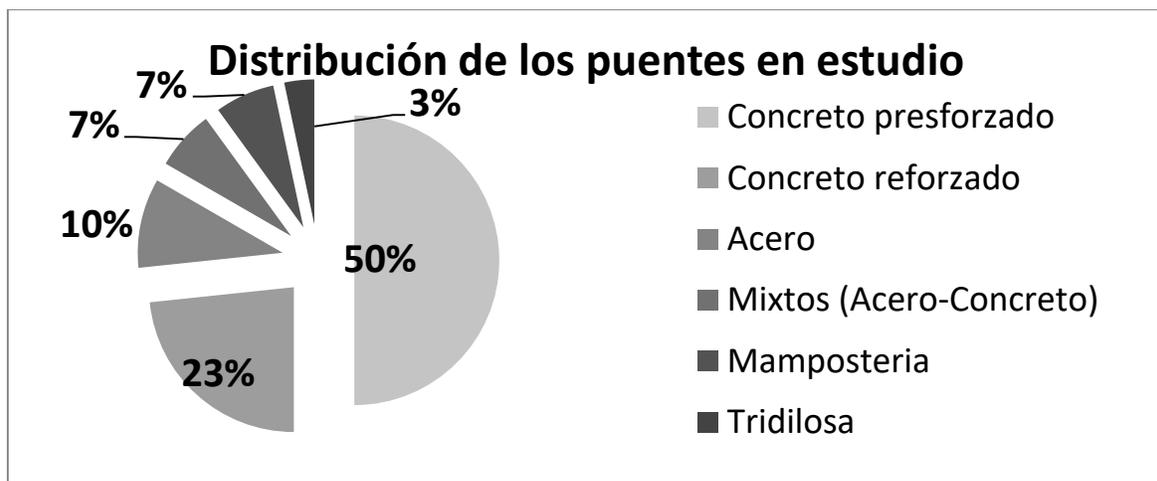


Figura 6.1 Distribución de puentes en estudio según el material de su superestructura.

6.2 ESTADÍSTICAS POR COMPONENTE

6.2.1 SUPERFICIE DEL PUENTE

La superficie del puente es probablemente el componente que más deterioro presenta en los puentes en estudio. Como se vio en los capítulos anteriores, veintiuno de los puentes, se encuentran con una calificación de 3 o mayor en este elemento, dejando al componente en estado de reparación o mantenimiento urgente, cinco de estos, con una calificación de 4, es decir, una pronta y urgente atención. Lo que característico de las fallas, son el desprendimiento del agregado de la mezcla asfáltica, lo que indica una mala elaboración o colocación de la mezcla. Figura 6.2.

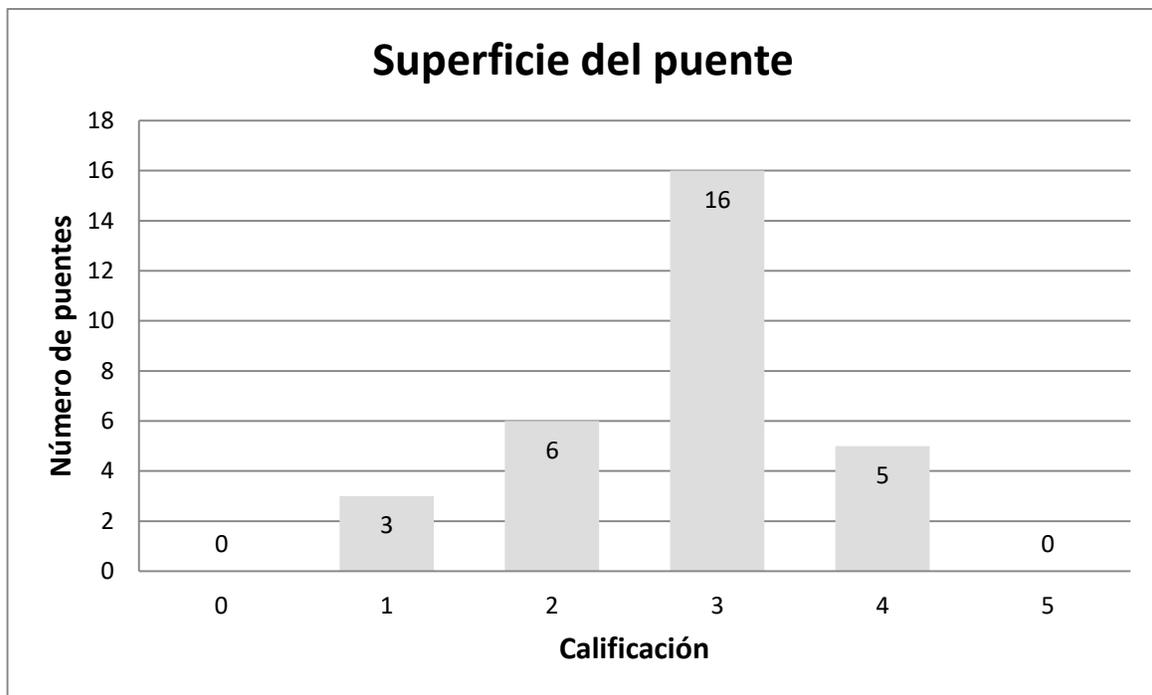


Figura 6.2 Calificación de superficie de los puentes en estudio.

6.2.2 JUNTAS DE EXPANSIÓN

Las juntas de expansión es otro elemento que se encuentra muy deteriorado dentro de los puentes en estudio, ya que la constante reposición de la capa de rodadura de la superficie, ha hecho que se obstruyan en su totalidad con material asfáltico. La junta de expansión funciona

como amortiguamiento para el movimiento del puente, y que pueda ser independiente al resto de la vía. El elemento puede ser peligroso al usuario cuando este está levantado o que está hecho a base de acero y por el desgaste se producen filos o aristas en el elemento, haciendo de este un potencial peligro para el tránsito diario.

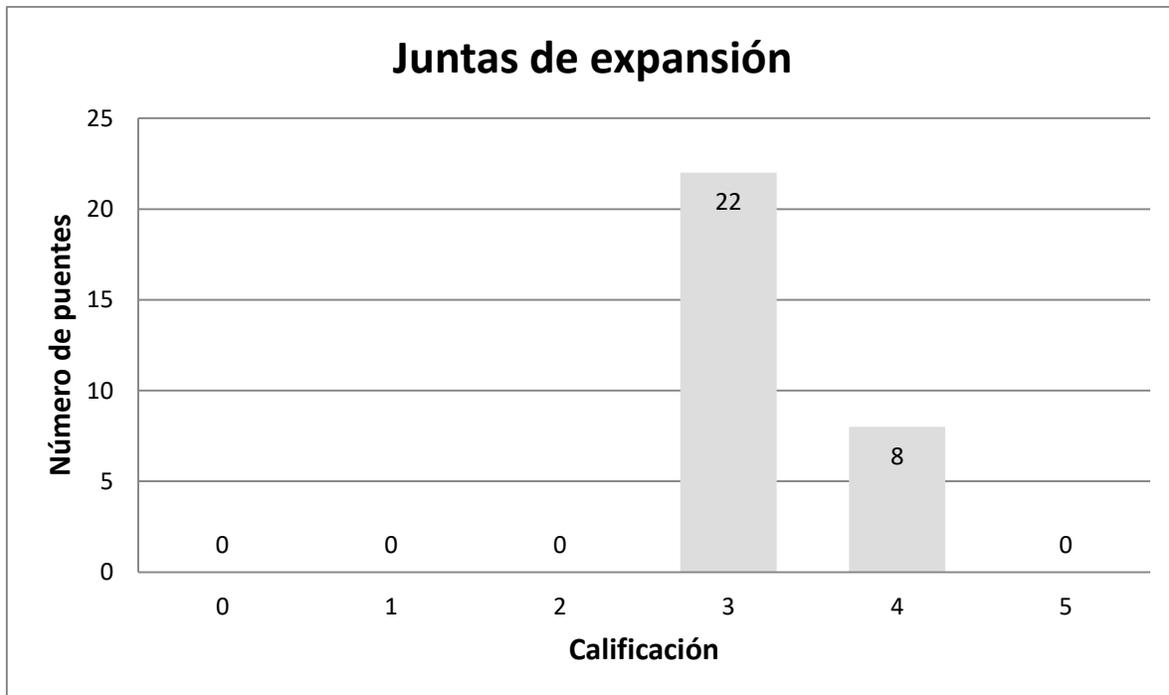


Figura 6.3 Calificación de juntas de expansión de los puentes en estudio.

6.2.3 CAMELLÓN / BANQUETA

El camellón o banqueta está presente en 29 de los 30 puentes en estudio. 24 puentes presentan este elemento en buen estado, con calificación dos o menor, cinco puentes son los que necesitan atención pronta para reparar o reconstruir el elemento. Aunque la banqueta o camellón, no constituye un elemento estructural del puente, si es un elemento primordial para la serviciabilidad del peatón; por ello importante mantenerlo en buen estado, evitando que la circulación peatonal sea por la calzada. Figura 6.4.

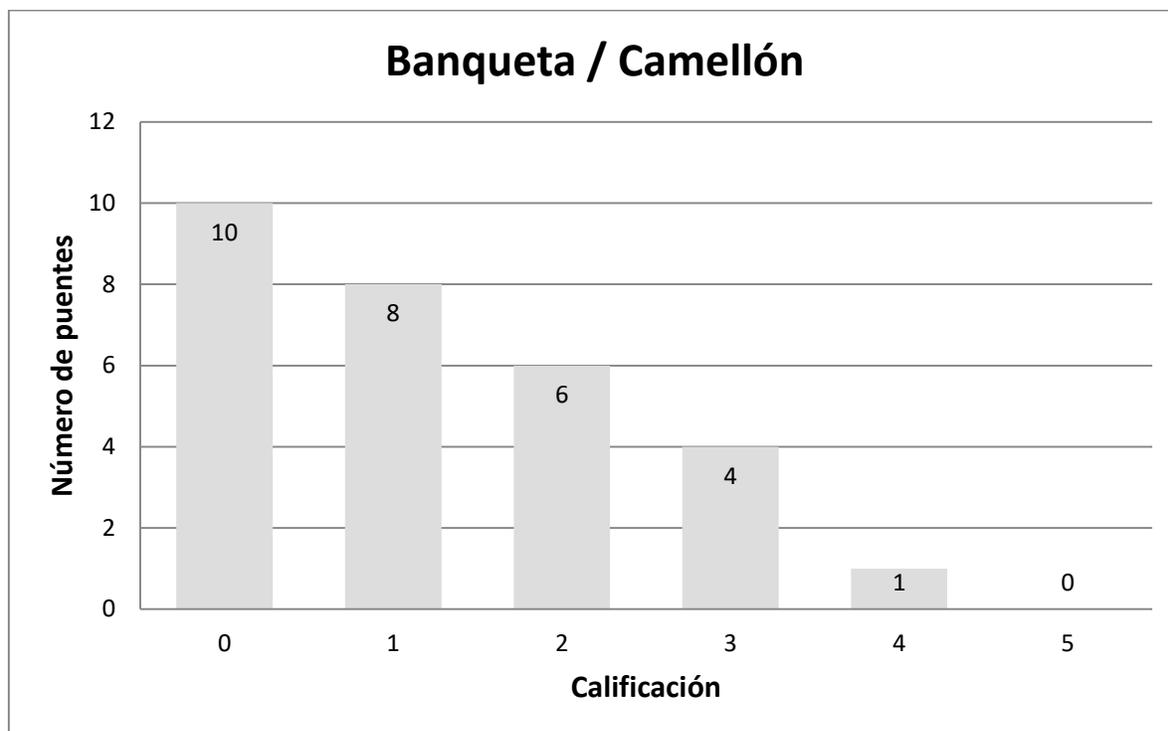


Figura 6.4 Calificación de camellón/banqueta de expansión de los puentes en estudio.

6.2.4 PARAPETO / PASAMANOS

El parapeto es otro elemento no estructural, aunque, como el camellón o banqueta, se importancia para la seguridad del usuario. El comportamiento en el daño es similar al elemento anterior, 25 de los puentes presentan un buen estado, con calificación dos o menor, y cinco con una calificación igual o mayor a tres, necesitando pronta atención o reparación. En la figura 6.5 podemos observar la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

6.2.5 CONOS / TALUDES

Los conos o taludes, se encuentran en buen estado en la totalidad de los puentes en estudio, necesitando solo limpieza o trabajos para la uniformizar la pendiente del cono o talud. Existe maleza que es necesario retirarla y/o podarla para que no obstruya el cauce. En la figura 6.6 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

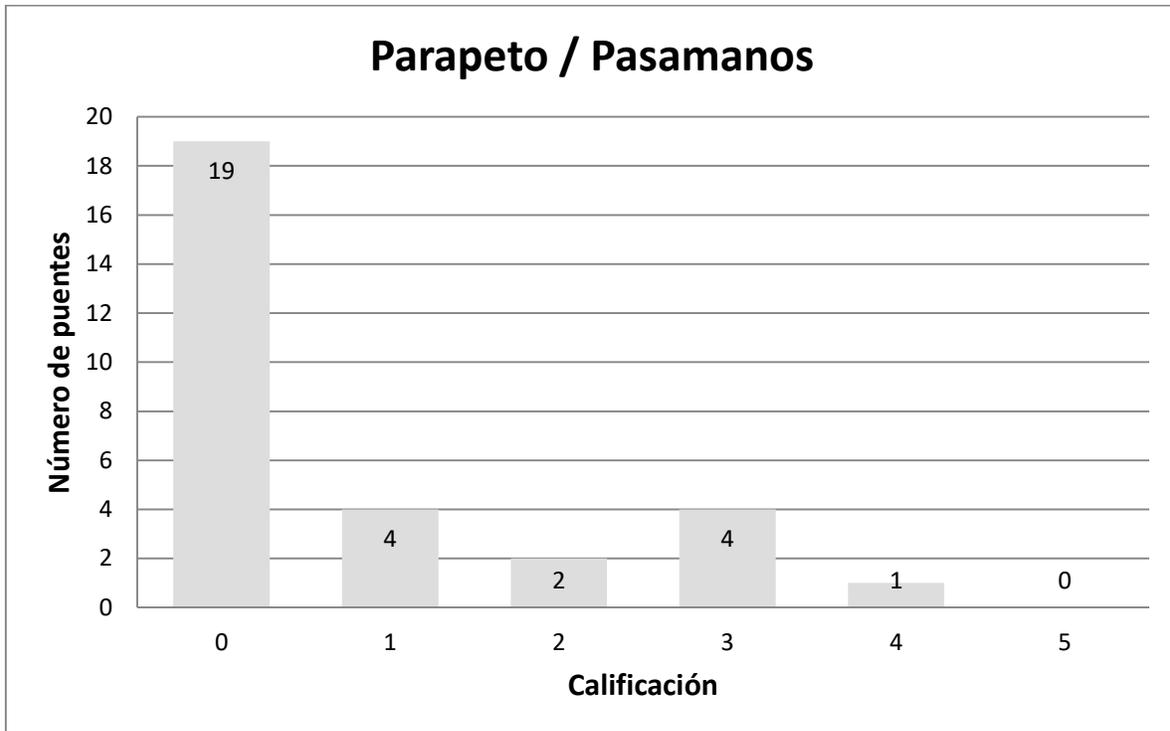


Figura 6.5 Calificación de parapeto / pasamanos de los puentes en estudio.

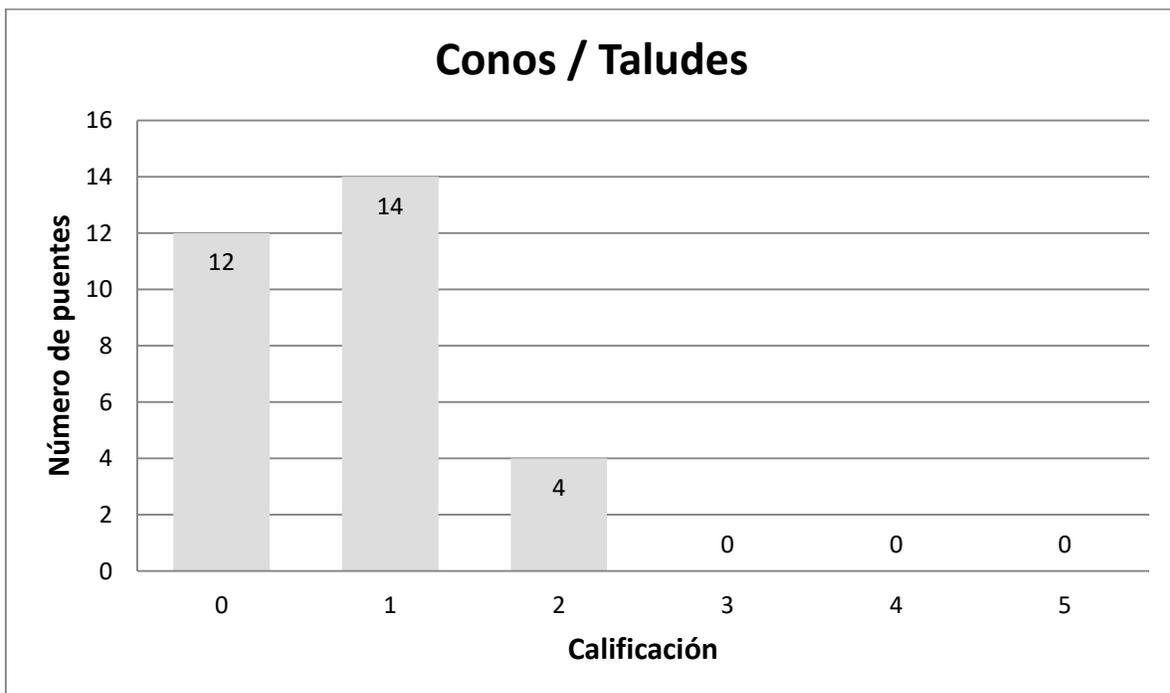


Figura 6.6 Calificación de Conos / Taludes de los puentes en estudio.

6.2.6 ALEROS / ESTRIBOS

El elemento que da soporte a la superestructura, son los estribos y aleros, teniendo este elemento una calificación en 27 de los puentes de dos o menor, requiriendo limpieza o mantenimiento menor, tres de los treinta puentes en estudio, requieren atención pronta o reparación, Este elemento conforma uno de las piezas estructurales del puente, por lo que debe ser prioritario su atención y su adecuado mantenimiento. En la figura 6.7 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

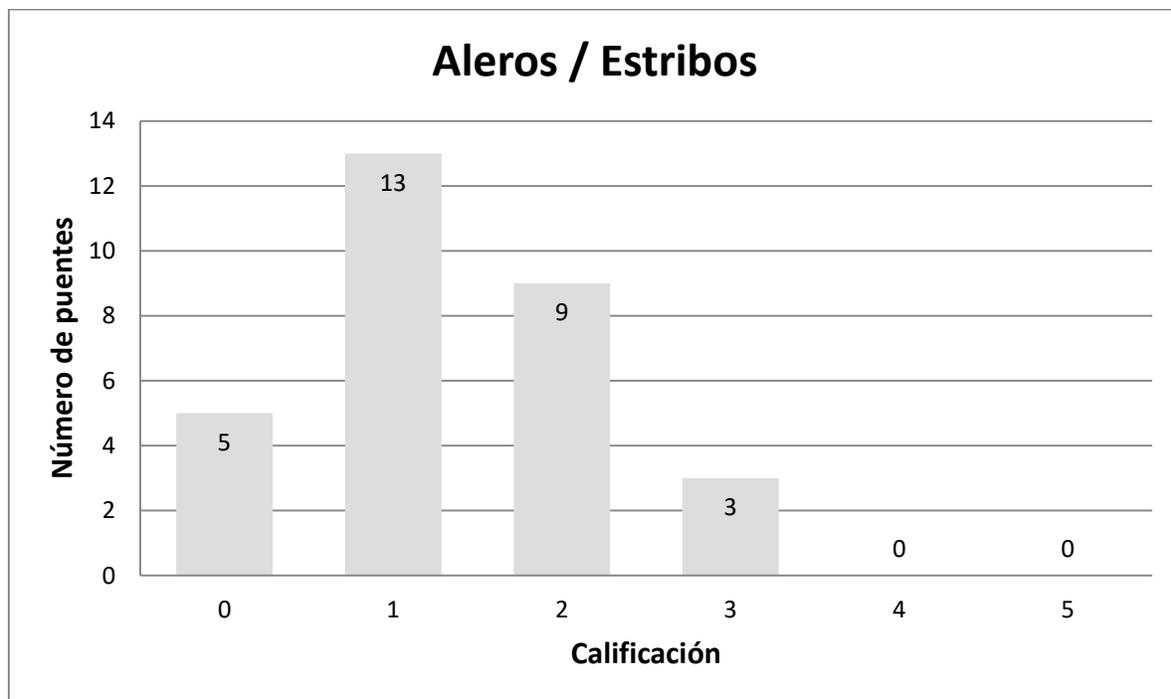


Figura 6.7 Calificación de aleros / estribos de los puentes en estudio.

6.2.7 PILAS

Las pilas están presentes en seis de los treinta puentes en estudio. Presentando 4 de estos, calificación de 2 o menor, y 2 puentes, tienen una calificación de tres en sus pilas, necesitando atención pronta, ya que se observa desconchamiento y corrosión en el acero de refuerzo de estos. En la figura 6.8 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

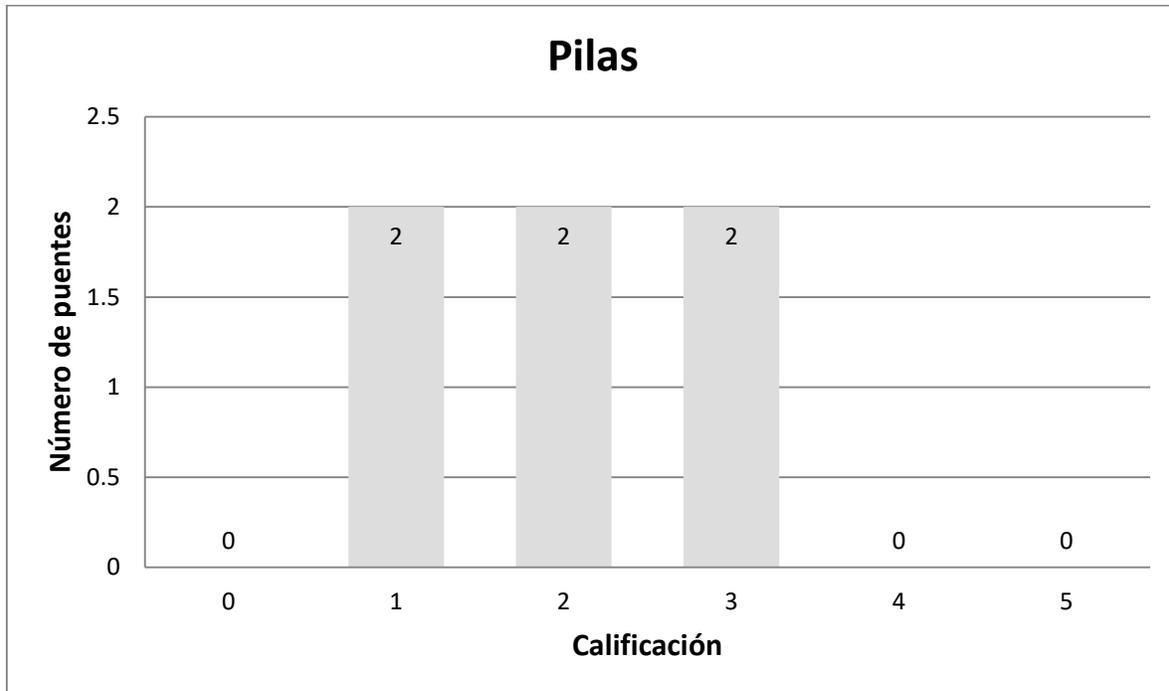


Figura 6.8 Calificación de pilas de los puentes en estudio.

6.2.8 APOYOS

Los apoyos en los puentes en estudio se encuentran en buen estado, estando 27 de estos con una calificación menor a 2. En su mayoría constituyen apoyos de neopreno, siendo solo dos puentes los que carecen de apoyos con un elemento, apoyándose directamente en el estribo con una junta constructiva. En la figura 6.9 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

6.2.9 LOSA

El elemento losa, es uno de los elementos que más deterioro presentan en los puentes en estudio, presentándose desconchamiento y acero expuesto en algunos de los puentes. Es un elemento que transmite la carga a los largueros y sirve, en algunos casos, como capa de rodadura, por lo que la atención de este elemento es primordial en el mantenimiento del mismo. En la figura 6.10 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

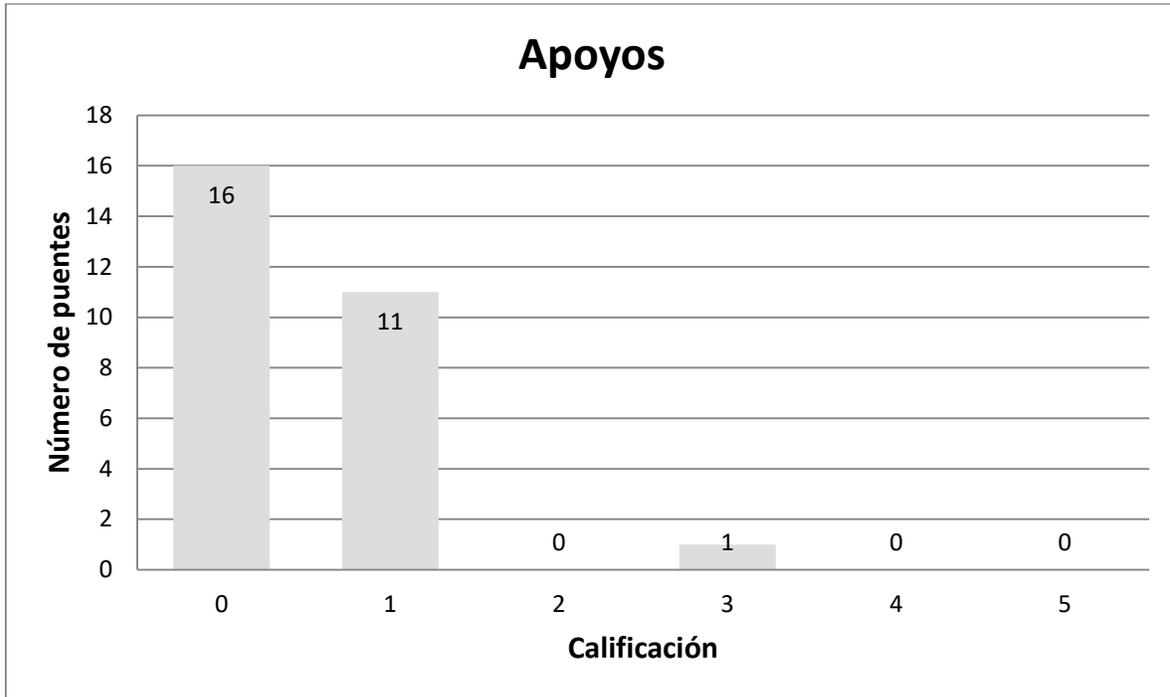


Figura 6.9 Calificación de Apoyos de los puentes en estudio

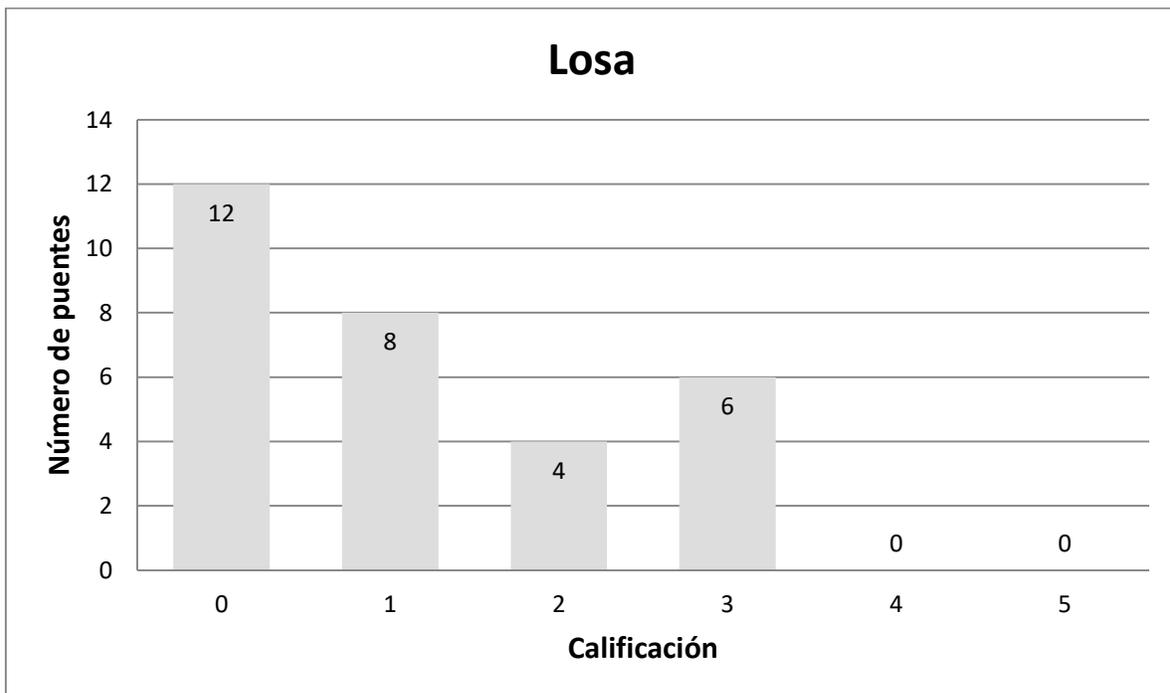


Figura 6.10 Calificación de Losa de los puentes en estudio

6.2.10 LARGUEROS / TRABES

Los largueros y trabes son elementos importantes dentro del puente, ya que al ser un elemento primordial estructural y recibir y transmitir las cargas vivas y muertas a los apoyos requieren constante vigilancia y mantenimiento, para evitar daños en el puente. Dos de los puentes en estudio presentan calificación tres o mayor, indicando una pronta atención y reparación, de lo contrario se verá comprometida la situación estructural del puente. Uno de los puentes que se encontraba en condición crítica, es el puente Vicente Sta. María – Río Chiquito, construido a base de tridilosa. Esta superestructura se encontraba muy dañada por la corrosión, estando en situación de colapso o falla total, por lo que se debió de atender de manera pronta; pero casi al terminar la investigación, el puente fallo ante un incremento de carga viva y colapso. He aquí la importancia del mantenimiento y revisión de los puentes. En la figura 6.11 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

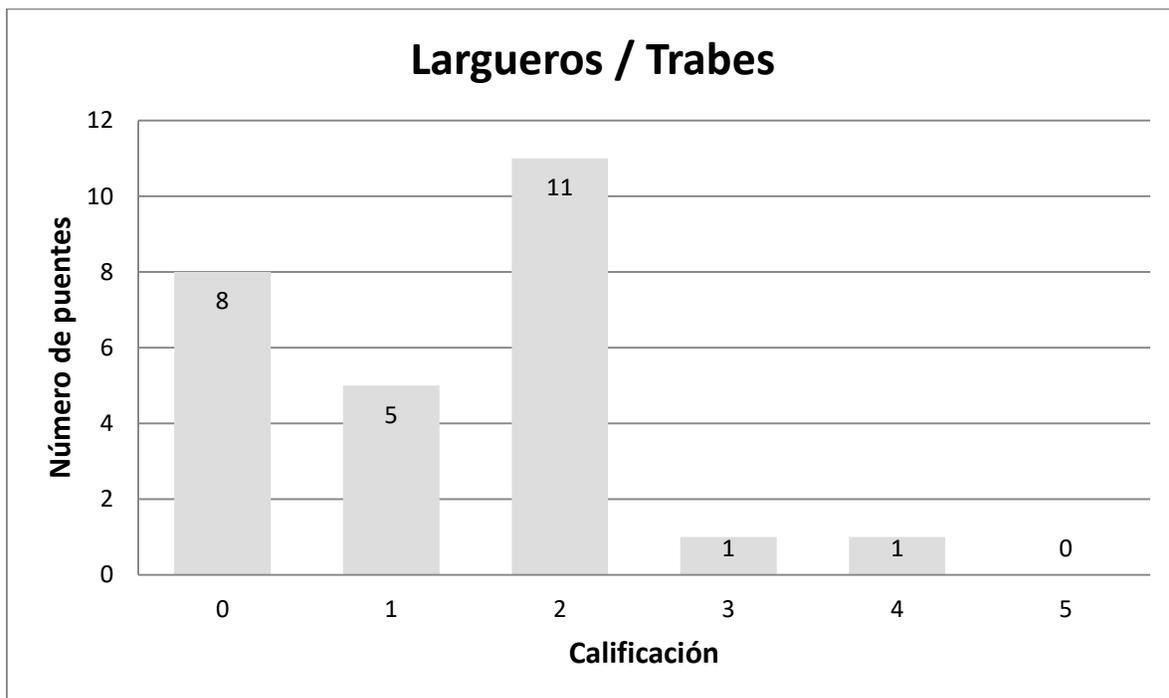


Figura 6.11 Calificación de largueros / trabes de los puentes en estudio.

6.2.11 CAUCE

Una tercera parte de los puentes en estudio, tienen problemas con su cauce, al estar obstruido por maleza y árboles. De igual manera, el área hidráulica es reducida, debido al claro de los puentes. Como se mencionó anteriormente, en el capítulo 2, los puentes tienen insuficiente área para las avenidas, ocasionando desbordamientos e inundaciones. Aunque el elemento no forma parte integral del puente, al estar comprometido, puede ocasionar severos daños en el mismo. En la figura 6.12 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

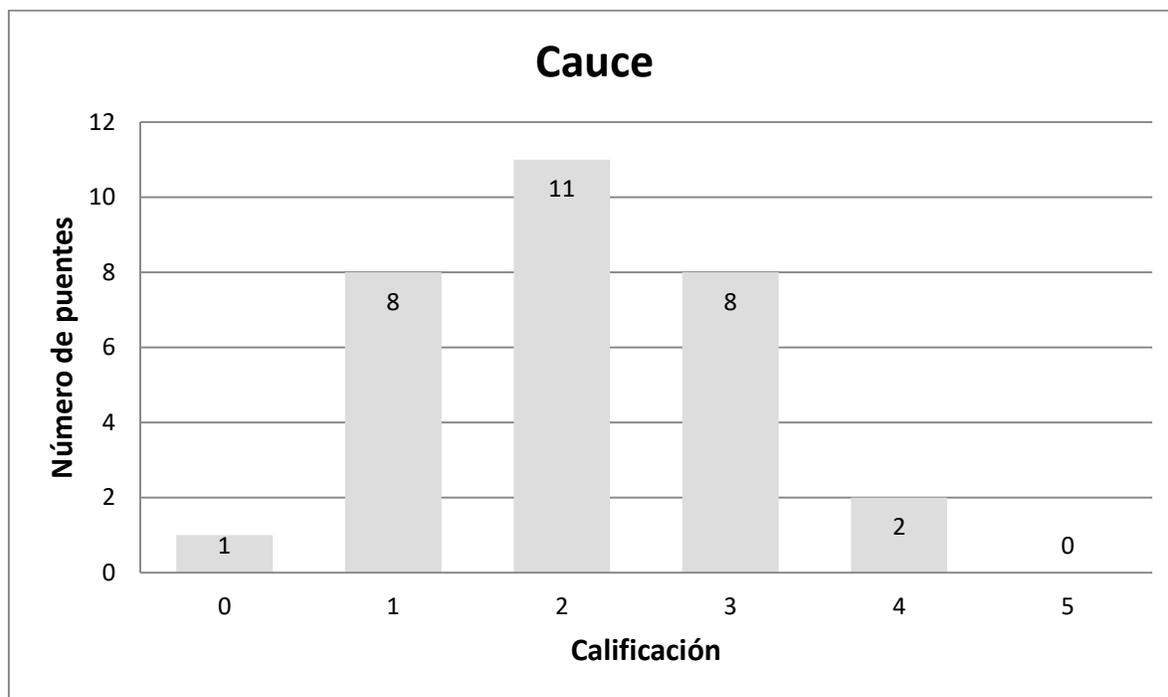


Figura 6.12 Calificación del cauce de los puentes en estudio.

6.2.12 OTROS ELEMENTOS (TERRAPLÉN DE ACCESO)

Dentro de otros elementos que conforman el puente, encontramos el terraplén de acceso, o aproche. Este elemento se calificó en tres puentes por su estado crítico. Dos de los puentes, presentan un terraplén propenso a colapsar, debido al elemento de contención. Dos de ellos, presentan un muro de contención fallado debido a la presión y carga del material del terraplén

sobre este. Es urgente atenderlos, ya que de no hacerlo podría presentarse un daño mayor a los puentes y elevar costes de reparación. En la figura 6.13 se observa la distribución de la calificación de este elemento en los puentes en estudio.

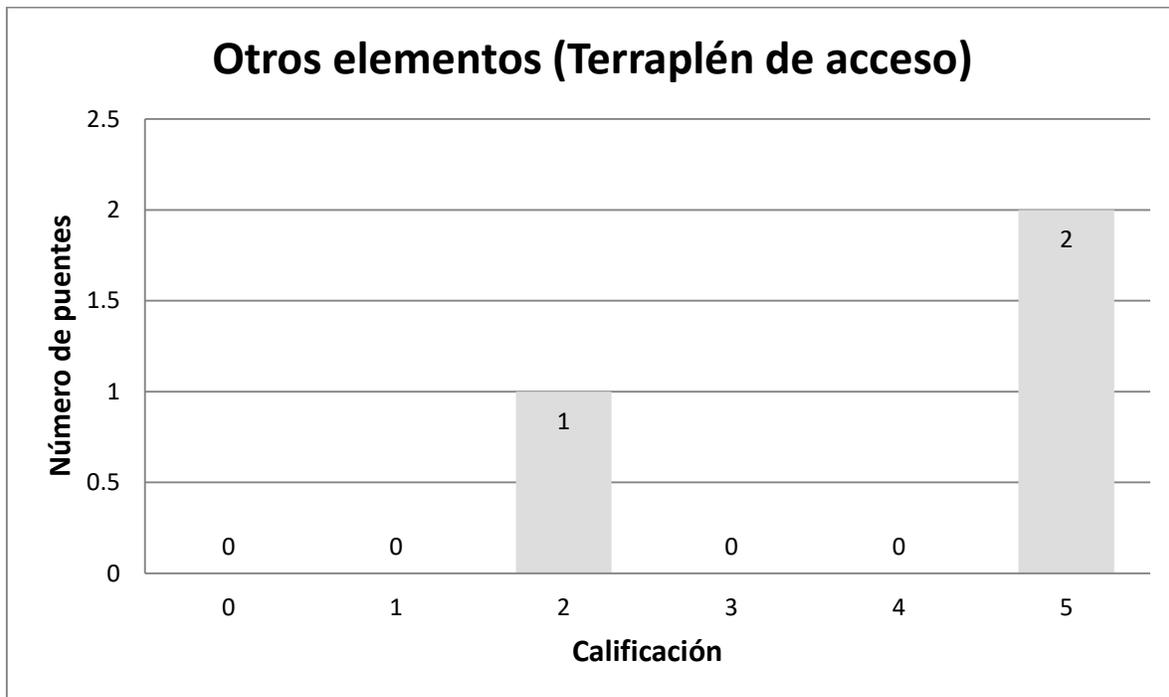


Figura 6.13 Calificación de otros elementos de los puentes en estudio.

6.2.13 PUENTE EN GENERAL

Dentro de los puentes en estudio, se observa 21 puentes, con una calificación aceptable, requiriendo en general mantenimiento menor y limpieza, es decir obtuvieron una calificación de dos o menor. Siete de ellos, obtuvieron una calificación de 3, por lo que su atención es necesaria en un plazo no mayor de un año, de lo contrario, su calificación de daño aumentara y con ello los costos y tiempos de mantenimiento y reparación. Dos de los puentes presentan una calificación crítica, de 4 o más. Estos puentes son los que ocupan atención prioritaria. Como se mencionó anteriormente, el puente de Vicente Sta. María y Río Chiquito, obtuvo una calificación de 4, estando a punto de colapsar, y en un periodo de un año, su calificación de daño aumento a 5, con el colapso de los largueros o trabes. En la figura 6.13 se observa la distribución de la calificación del puente en general en los puentes en estudio.

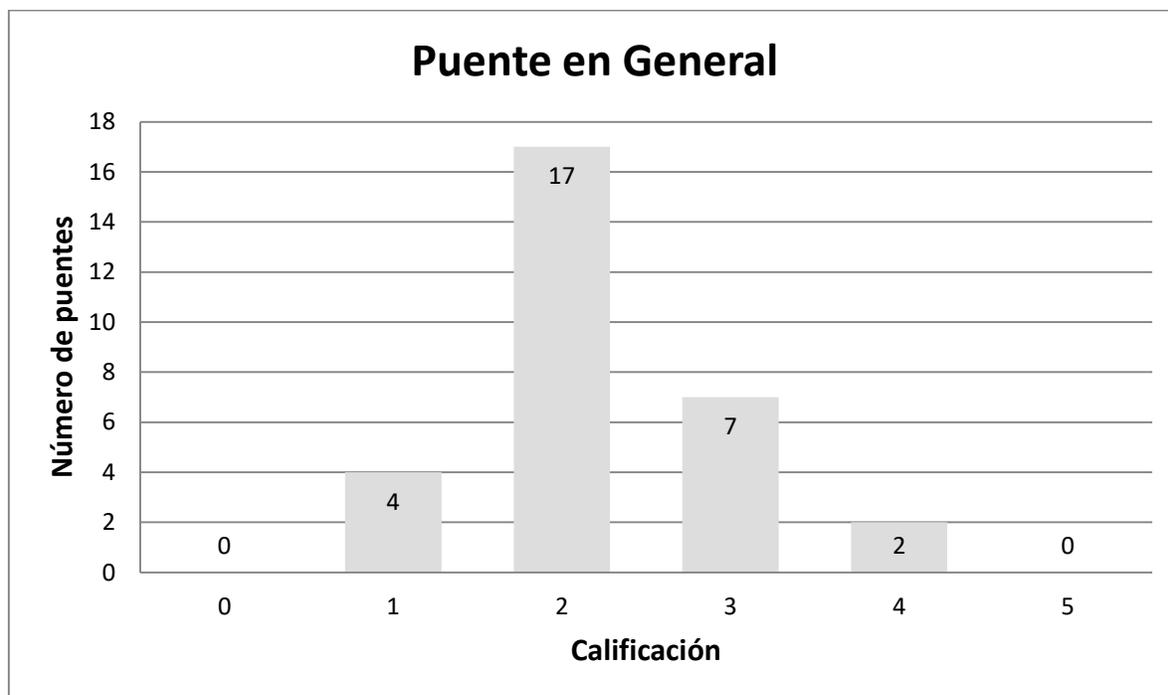


Figura 6.14 Calificación de puente en general de los puentes en estudio

De la inspección y evaluación de los puentes en estudio, se puede observar que la situación del mantenimiento que tienen los puentes, es casi nula, dando mantenimiento solo a algunos elementos de los mismos. Es necesario un sistema de gestión para poder realizar el mantenimiento de los puentes y que estos estén en condiciones óptimas para ser usados por los usuarios. El fallo de este elemento de las vías terrestres, resulta en un total corte a la comunicación; es por eso que se debe priorizar y no dejar en el olvido el monitoreo y mantenimiento de los puentes. A través de un sistema de gestión, esta tarea resulta más eficiente y eficaz, teniendo como primera instancia un inventario de los puentes del sistema vial. A través del SIPUMEX se logró inspeccionar y evaluar el daño en 30 puentes de Morelia, dando un primer paso en la conservación de estos elementos, al tener por primera vez un inventario de ubicación, condición, propiedades, estado y daño de los puentes. Ahora bien, es necesario, continuar monitoreando los elementos año con año, para dar continuidad a un programa de inspección y mantenimiento y con ello evitar mayores costos de corrección o reparación, así como posibles daños que puedan terminar en algún suceso que afecte directamente a los usuarios, como se vio en el puente de Vicente Santa María y Río Chiquito.

7. CONCLUSIONES

7.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo tuvo como objetivo el inspeccionar y evaluar treinta puentes ubicados en Morelia, algunos de ellos se aproximan ya a medio siglo de vida. La inspección y evaluación se realizó mediante el uso de la metodología del Sistema de Puentes de México SIPUMEX. Como se esperaba en un inicio, la totalidad de los puentes no cuenta con un programa integral de mantenimiento e inspección; e incluso no se cuenta con datos de sus características físicas, geométricas y de construcción.

7.2 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Morelia es una ciudad con un valor inigualable en el aspecto histórico, cultural, patrimonial, económico, social entre muchos otros factores más, para el estado y para el país. Su localización le da una ventaja estratégica para comunicar ciudades como Guadalajara y León con la Ciudad de México. Su desarrollo entre ríos y crecimiento ha llevado a la necesidad de construir edificaciones para librar dichos obstáculos; es cada vez más importante el contar con información acerca de los puentes que en una ciudad se construyen, para poder tomar medidas que lleven a una mejora de la población. Sin una adecuada información, es fácil llegar a tomar decisiones equivocadas que afectan directamente al desarrollo de una ciudad.

Es incierto determinar la cronología de la construcción de los puentes, ya que no se tiene un registro de los mismos. Algunos de ellos, probablemente tengan en servicio más de medio siglo, es por eso que es importante el catalogarlos, inspeccionarlos y contar con un inventario de los mismos. La mayoría de los puentes datan después de los años 50's, que es cuando se da la explosión demográfica en la ciudad. Para esas fechas, ya se contaba con materiales de mejor calidad, así como mejoras en las técnicas de construcción.

CAPÍTULO 7

Los sistemas de gestión de puentes en el mundo son cada vez más frecuentes, y su instauración en cada vez más países deja ver la necesidad de contar con métodos que provean información a operadores de sistemas viales; es necesario para un desarrollo sustentable el poder contar con información acerca de las estructuras que se construyen. El Sistema de Puentes de México (SIPUMEX) es una herramienta de gestión de puentes en México que permite un adecuado manejo de la información y mantenimiento de los puentes vehiculares. Desde su implementación ha sido herramienta primordial para la toma de decisiones dentro del departamento de conservación de puentes. En Morelia no se cuenta con ningún sistema de gestión para los puentes municipales a cargo del ayuntamiento, siendo estos una parte importante dentro del sistema vial de la ciudad. Es por eso que la inspección y evaluación a través del SIPUMEX nos permite contar con una base de datos e información oportuna para la toma de decisiones, dando a los usuarios, características de servicio con estándares óptimos.

A pesar de que el SIPUMEX maneja una inspección visual que se traduce en una evaluación cualitativa, da una muy acertada información acerca del estado y deterioro de un puente, siendo esta metodología usada por diferentes sistemas de gestión de puentes alrededor del mundo con buenos resultados.

Hoy por hoy, Morelia necesita un sistema de gestión de puentes que se pueda adaptar a las necesidades de la ciudad, evolucionando conforme lo haga el sistema vial y de puentes.

Dentro de la evaluación sobre el río chiquito, de los diecisiete puentes que se evaluaron, siete están con una calificación 3 o mayor, que es donde mayor atención se debe poner en su mantenimiento y futuras inspecciones. De esos siete, dos tienen calificación cuatro, es decir con alto riesgo a fallar. De los cuales uno de esos dos, como se mencionó, casi al término de este trabajo se venció por aumento de carga viva y corrosión en su superestructura. Mostrando con esto la importancia y relevancia de la presente investigación. En esta ocasión, se tradujo en pérdidas económicas al tener que reconstruir el puente, pero si no se atiende de manera pronta y correcta la inspección y evaluación de los puentes, puede ocasionar pérdidas humanas.

Es importante observar también el cauce del río, ya que se encuentra mayormente azolvado durante su paso por los puentes, traduciéndose en peligros de inundación y de posibles daños a los puentes dentro del Río Chiquito. El componente que más falla presenta dentro de los puentes del Río Chiquito es la superficie del puente, que en su mayoría se encuentra desprendida o es inexistente. También es importante señalar que los puentes localizados en el Río Chiquito presentan un galibo muy reducido, traduciéndose, nuevamente, en posibles inundaciones frente a avenidas fuertes.

De los trece puentes que se evaluaron en el Río Grande, dos están con una calificación 3 o mayor, que es donde mayor atención se debe poner en su mantenimiento y futuras inspecciones. Los dos puentes con calificación 3, cuentan con un terraplén de acceso en riesgo de colapso. Los muros que poseen de contención se encuentran fracturados y susceptibles al fallo total. En el Río Grande existen tres puentes con superestructura metálica, que como ya se mencionó, tienden a fallar sin un aviso temprano, cuando no se les da mantenimiento. De los puentes en riesgo, uno está ubicado sobre el periférico de Morelia, por donde circula una gran cantidad de vehículos pesados, aumentando el riesgo de colapso. Es importante observar también el cauce del río, ya que se encuentra mayormente azolvado durante su paso por los puentes, traduciéndose en peligros de inundación y de posibles daños a los puentes dentro del Río Grande. El componente que más falla presenta dentro de los puentes del Río Grande es la superficie del puente, que en su mayoría se encuentra desprendida o es inexistente. También es importante señalar que los puentes localizados en el Río Grande presentan un galibo muy reducido, traduciéndose, nuevamente, en posibles inundaciones frente a avenidas fuertes, que año con año, inclusive, en avenidas típicas suceden desbordes en el río. Afectando a los puentes y a la vialidad.

Por esto, se verifica la hipótesis que se tenía en un principio, existe muy poca o nula atención a los puentes vehiculares de Morelia. Las autoridades desconocen mucho de los puentes y no se vislumbra la importancia que tienen estos en las vías de comunicación. Y más aún, se pone de lado el peligro que representa el no dar un mantenimiento adecuado a los puentes. Como se comprobó con el puente Vicente Sta. María, al evaluarlo con una condición de riesgo de colapso, y suceder esto en menos de un año. Una vez realizadas las evaluaciones se puede determinar las acciones o reparaciones necesarias para cada puente y cada elemento.

7.3 TRABAJOS FUTUROS

Los resultados de los trabajos dentro de una maestría profesionalizante, deben impactar en forma práctica, ya sea a la sociedad, a la cultura o a la ciencia. Los resultados del presente trabajo, impactaran tanto en el área de confort, económica y de seguridad. Este trabajo, pone las bases para poder desarrollar trabajos futuros en pro del monitoreo de puentes y su comportamiento. Entre ellos, inventariar los puentes existentes en el municipio de Morelia, aplicaciones de sistemas para la determinación de decisiones de reparación y mantenimiento de estas estructuras, investigaciones de vulnerabilidad sísmica y vulnerabilidad sísmica ante aumentos de cargas vivas, además de mejorar el sistema SIPUMORE para poder tener un sistema integral de gestión de Morelia adaptado a la ciudad.

El sistema SIPUMORE, es un sistema diseñado para la ciudad de Morelia, basado en plataforma web, mismo que toma características del SIPUMEX adaptadas a los puentes de la ciudad, con la propiedad de mejorar o ampliar el sistema, de acuerdo a las necesidades del operador y del usuario. En este sistema se podrá contar con la base de datos de los puentes, así como el sistema de gestión de los mismos. Pudiendo adecuar y/o adaptar según la necesidad del municipio.

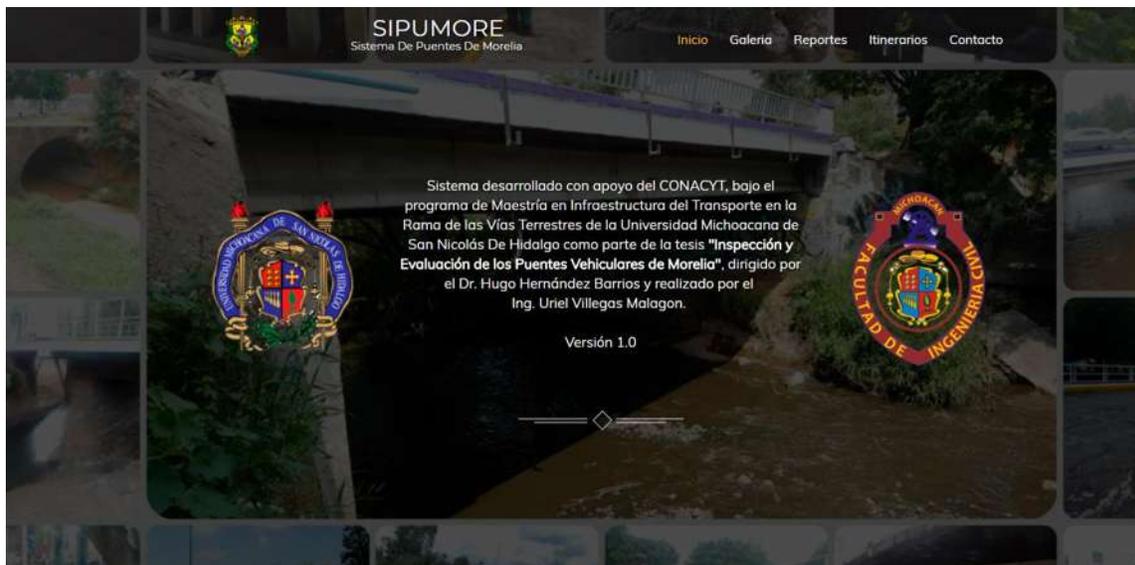


Figura 7.1 Pantalla principal del SIPUMORE

BIBLIOGRAFÍA

Los orígenes de Morelia: Guayangareo-Valladolid. Herrejón Peredo, Carlos., 2ª Edición, Guadalajara, México, Frente de Afirmación Hispanista, A.C/ El Colegio de Michoacán, A.C. 2000

“Morelia: la ciudad de tres nombres”. Tavera Alfaro, Xavier. Morelia Patrimonio Cultural de la Humanidad, México, 1995.

“Atlas de peligros geológicos de la ciudad de Morelia, Mich: Estandarización del documento, actualización cartográfica de fallas geológicas de la zona urbana, y evaluación de tasas de hundimiento”. Hernández Madrigal, Víctor Manuel, Garduño Monroy, Víctor Hugo y Ávila Olivera, Jorge Alejandro. Departamento de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 2011.

“No hay dinero para evitar inundaciones en Morelia: CONAGUA”. Magallan, Juan Antonio. Artículo periodístico publicado por Primera Plana. 15 mayo 2017.

“Inundaciones históricas y potenciales en la ciudad de Morelia relacionadas con el Río Chiquito”. Rocha E. Arreygue, Garduño Monroy V.H., Canuti P. Casaglie N. y Lotti A. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Metalurgias, Departamento de Geología y Mineralogía.

Google Earth Pro. Software de imágenes satelitales. Versión 7.3.0.3830. Fecha de compilación 17 Julio 2017.

“Ingeniería de Puentes”. Muñoz, E. E. 2011. Departamento de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Muñoz, E. E. Javeriana. Editorial Javeriana. Colombia 2011.

“Guía de Procedimientos y Técnicas para la Conservación de carreteras en México 2014”. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaria de Infraestructura. Dirección de Servicios Técnicos. México 2014.

“Sistema de Gestión de Puentes, Optimización de estrategias de mantenimiento, Implementación en redes locales de carreteras”. Martínez C. J. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Medios Continuos y teoría de Estructuras. Madrid 2016.

“IABMAS Bridge Management Committee” International Association for Bridge Maintenance and Safety. 2010.

BIBLIOGRAFÍA

SCT, (1994), Inspección Principal. Manual del Usuario, SIPUMEX, Sistema de Puentes en México, 1994-06-05.

“Sistema de puentes de México” SIPUMEX Tomo 2 Inventario. Manual de Usuario. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de infraestructura. Dirección General de Conservación de Carreteras. En apoyo con el Ministerio de transporte de Dinamarca. México 1994.

“Sistema de puentes de México” SIPUMEX Tomo 3 Inspección. Manual de Usuario. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de infraestructura. Dirección General de Conservación de Carreteras. En apoyo con el Ministerio de transporte de Dinamarca. México 1994.

“Sistema de Gestión de Puentes Carreteros” Seguimiento a los programas de reconstrucción, conservación rutinaria y periódica de los puentes. Sánchez, J. F. Instituto Politécnico Nacional. Escuela superior de Ingeniería y Arquitectura. México 2014.

<http://www.mimorelia.com/descarta-pc-municipal-riesgo-de-colapso-en-paso-vehicular/>, 27 de julio de 2017.

<https://www.cbtelevision.com.mx/puente-se-colapsa-ante-paso-trailer-rio-chico-morelia/>, 27 de julio de 2017.

<http://www.monitorexpresso.com/ayuntamiento-de-morelia-inflo-400-costos-de-reconstruccion-de-puente-experto/>, 04 de agosto de 2017.